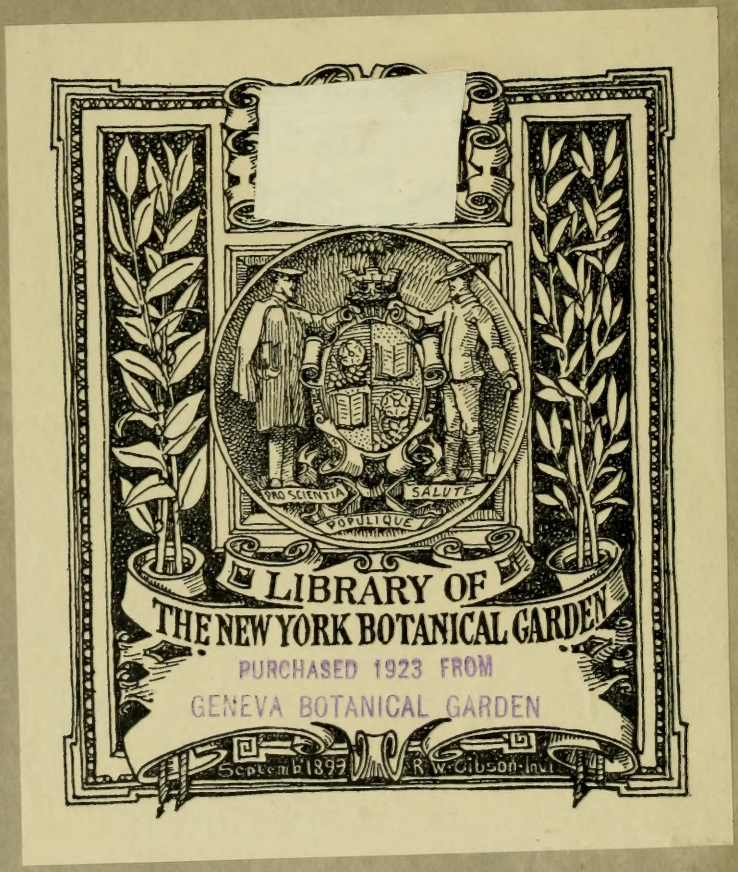

PRO SCIENTIA
SALUTE
POPULIQUE
LIBRARY OF
THE NEW YORK BOTANICAL GARDEN
PURCHASED 1923 FROM
GENEVA BOTANICAL GARDEN
September 1897
R. W. Gibson Inv.

Hommage respectueux
C. Queva

RECHERCHES

SUR

L'ANATOMIE DE L'APPAREIL VÉGÉTATIF

DES TACCACÉES & DES DIOSCORÉES

PAR

CHARLES QUEVA,
Docteur ès sciences naturelles.

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

Avec 18 planches contenant ensemble 702 figures.

LILLE
IMPRIMERIE L. DANEL
—
1894

QL537
.A1h
Q82

Extrait des *Mémoires de la Société des Sciences de Lille.*

A

M. C. Eg. BERTRAND,

PROFESSEUR DE BOTANIQUE A LA FACULTÉ DES SCIENCES DE LILLE.

Hommage de l'auteur reconnaissant.

RECHERCHES SUR L'ANATOMIE

DE

l'Appareil végétatif des Taccacées et des Dioscorées

Par C. QUEVA.

LIBRARY
NEW YORK
BOTANICAL
GARDEN

INTRODUCTION

A côté des *Amaryllidées*, c'est-à-dire des plantes Liliacéennes à ovaire infère, les botanistes ont établi un certain nombre de familles végétales qui sont toutes définies par rapport aux *Amaryllidées* au moyen de caractères indiquant une différenciation des plantes de chaque série dans un sens spécial. Ainsi les *Hypoxidées* sont caractérisées par leurs sacs polliniques si particuliers, les *Iridées* ont des lobes stigmatiques élargis et les trois étamines externes seules développées, les *Vellosiées* montrent de larges lobes placentaires pédonculés chargés d'ovules plus nombreux et des phalanges staminales. Les *Taccacées* et les *Dioscorées* sont des groupes analogues. Ce sont des Monocotylédonées inférovariées à périanthe pétaloïde, elles représentent donc des formes très élevées parmi les Monocotylédonées.

Chez les *Dioscorées*, les fleurs sont petites, réunies en grappes multiflores lâches ou en épis serrés ; l'ovaire y est pauciovulé, le stigmate très simple est à peine trilobé. La fleur a donc peu de caractères spéciaux. Ce qui a déterminé

AUG 7 - 1923 Library Bot. Garden

les botanistes à faire de cet ensemble une famille distincte, c'est que toutes les plantes qui le composent ont un faciès complètement à part, très rare chez les Monocotylédonées. Elles sont grimpantes. Leurs tiges aériennes présentent de longs entrenœuds qui isolent bien toutes les feuilles. Celles-ci ont un pétiole bien caractérisé, leur nervation est réticulée, on y voit aussi des nervures terminées en pointes libres. Les Dioscorées sont donc définies par leur appareil végétatif aérien adapté aux conditions spéciales de la vie grimpante. Aussi les compare-t-on souvent aux *Smilax* qui sont des Liliacées adaptées au même mode de vie et qui ont à peu près la même forme de feuille. Certains auteurs ont écrit par exemple : « *Les Dioscorées sont des Smilax à ovaire infère* (1). » En réalité une étude approfondie de l'appareil végétatif des *Smilax* y révèle une structure toute différente de celle des Dioscorées. Entre les *Smilax* et les Dioscorées, il n'y a qu'une ressemblance de forme, mais nullement une ressemblance de structure.

Chez les *Taccacées*, les fleurs, réunies en grand nombre, forment une ombelle à la partie supérieure d'une hampe florale dénudée. De longs filaments insérés entre les fleurs et de grandes bractées basilaires donnent à l'inflorescence un aspect tout particulier. Les fleurs colorées en brun ou en vert ont un périanthe formé de grandes pièces. L'ovaire est uniloculaire, avec des placentas pariétaux qui portent deux séries d'ovules dressés. L'inférovarie est donc accompagnée ici d'un recul dans la fermeture des carpelles. Mais ce qui donne aux fleurs des Taccacées leur caractère, c'est d'une part leur stigmate élargi, fendu en trois pièces bilobées, et d'autre part la forme des étamines. Par suite d'une inégalité de croissance entre les deux faces, le filet staminal est infléchi vers le centre de la fleur et l'anthère, culbutée face pour face, est cachée dans un capuchon. Chez les Taccacées,

---

(1) Le Maout et Decaisne. — *Traité général de Botanique*, p. 591.

la fleur présente donc des caractères bien spéciaux. Il doit y être fait appel pour définir cette famille. Au contraire l'appareil végétatif des Taccacées reste à peu près le même que celui des autres Monocotylédonées liliacéennes. Il n'indique qu'une adaptation à un mode de vie moyen peu tranché. L'appareil végétatif des Taccacées se compose en effet d'une tige large produisant de grandes feuilles contiguës et des hampes florales, ou bien encore de gros tubercules portant à leur partie supérieure une tige très courte en forme de large plateau. Cette tige produit deux ou trois feuilles écailleuses serrées, puis quelques grandes feuilles et une hampe florale. Comme caractères communs entre les appareils végétatifs des Dioscorées et des Taccacées, on peut signaler la présence d'un pétiole bien développé à la feuille et la nervation réticulée du limbe. Les nervures grêles se terminent en pointe libre, mais ces terminaisons sont moins nombreuses chez les Taccacées que chez les Dioscorées.

Les Taccacées et les Dioscorées sont donc deux séries supérieures de Liliacéennes inférovariées. L'impression première est qu'il s'agit de deux familles différentes sans rapports entre elles. Cependant il est à remarquer que tous les auteurs les rapprochent l'une de l'autre en invoquant surtout la nervation réticulée des feuilles. Quant au petit nombre des faisceaux, cette comparaison a été faite (1) en prenant d'une part la hampe du *Tacca* et de l'autre la tige moyenne des Dioscorées. Or, chez les Monocotylédonées, selon que la tige est destinée à jouer le rôle de rhizome, de tige aérienne feuillée ou de hampe florale, la structure présente des variations extrêmement accentuées. Il importe donc dans ces comparaisons de ne prendre comme termes que des tiges de même valeur. Il y a cependant entre les deux groupes une affinité réelle , car on retrouve des

(1) Le Maout et Decaisne. — *Traité général de Botanique*, p. 588.

structures communes jusque dans des appareils bien particuliers. Ainsi, en étudiant la structure des téguments séminaux dans les Dioscorées et les Taccacées, M. Bertrand a reconnu, en 1875, que les graines, si dissemblables comme forme et comme mode de dissémination, ont des téguments édifiés sur le même plan. L'assise épidermique interne de la primine prend seule des cristaux, un cristal par cellule et le cristal est couché parallèlement à la face interne. La secondine persiste presque entièrement. L'épiderme externe de cette assise se divise radialement et acquiert des épaississements extrêmement particuliers identiques dans les deux familles. C'est là un caractère très spécial, très rare. On le trouve chez les Dioscorées et chez les Taccacées (1) et on ne le trouve que là parmi les plantes Liliacéennes. Sa présence dans les deux familles nous prouve qu'il y a entre les Taccacées et les Dioscorées des affinités réelles, soupçonnées par les classificateurs. Est-il possible d'apprécier plus exactement le degré de parenté de ces deux familles ou bien s'agit-il d'êtres édifiés sur un même plan primitif, mais dont les divergences se sont accusées au point de donner des types tout différents. Les Taccacées et les Dioscorées ayant été rapprochées par leur appareil végétatif, en particulier par leurs feuilles, y a-t-il des caractères communs à ces organes dans les deux familles ? D'autre part, comme il s'agit de plantes différenciées dans un sens spécial, que devient dans ces types spéciaux, l'organisation générale des Monocotylédonées ?

---

(1) En étudiant de très près ces caractères des téguments séminaux des Taccacées et des Dioscorées, on relève bien certaines différences. Ainsi la primine des Taccacées se transforme tout entière en une masse gélifiable qui n'a plus comme repère que sa couche à cristaux. L'épiderme externe de la secondine des Taccacées allonge ses éléments perpendiculairement à la surface en les laissant étroits. Il en résulte des prismes allongés qui déterminent les côtes de la graine. Les cellules homologues de la graine des Dioscorées ont au contraire une forme tabulaire. Cette comparaison nous montre donc, en même temps que l'identité du plan d'organisation et de la marche du développement, des différences indiquant une séparation très nette des deux familles.

On sait combien nos connaissances sur la structure des Monocotylédonées sont encore imparfaites. De tous côtés de très grands efforts sont faits pour les compléter. M. Sauvageau, a donné, en 1891, une étude sur les Feuilles de quelques Monocotylédonées aquatiques (1). Il y a quelques jours, nous recevions de ce même savant une étude de la feuille des Butomées (2). M. Chodat, le sympathique directeur du Laboratoire de Botanique de Genève et et Mme Balicka viennent d'étudier les feuilles des Iridées. M. L. Re (3) publie l'anatomie comparée de la feuille des Amaryllidées. M. Gravis achève en ce moment une Monographie des Tradescantiées. Les Dioscorées ont été, à maintes reprises, l'objet de recherches importantes. Alors que nos recherches étaient déjà très avancées, paraissait le Mémoire de M. Bücherer qui traite surtout de l'anatomie du *Tamus*. Toutes ces tentatives témoignent de l'intérêt qu'il y avait à étendre nos connaissances sur ce sujet et de l'importance que les botanistes y attachent.

Or, l'anatomie des Taccacées n'a jamais été faite. L'un des trois genres, le *Schizocapsa* de Hance est une plante très rare originaire de Canton. Elle n'est même pas représentée dans les grandes collections du Muséum ni dans l'Herbier de Bruxelles. Les *Tacca* et les *Ataccia* existent parfois dans les cultures, mais ce sont encore des plantes exceptionnelles, d'un prix élevé ; on hésite à les sacrifier aux besoins des études anatomiques. Le Jardin Botanique municipal de Lille qui, depuis la réorganisation de sa Commission Administrative, a compris la haute mission qu'il est appelé à remplir dans notre Centre Universitaire, a bien voulu, sur ma demande, réunir les éléments d'une collection de Taccacées. Non seulement j'ai trouvé dans ses cultures

---

(1) *Ann. des Sciences naturelles*, Botanique, 7e série T. XIII, 1891 p. 103.

(2) *Ann. des Sciences naturelles*, Botanique, 7e série T. XVII, 1893 p. 295.

(3) L. Re, *Anatomia comparata della foglia nelle Amaryllidacee. — Annuario del. r. Istituto bot. di Roma*, T. V. 1893 fasc. 3. p. 155.

les exemplaires adultes en nombre suffisant pour pouvoir disposer de ceux qui m'étaient nécessaires pour mon travail, mais il m'a été possible de suivre le développement du *Tacca* depuis la germination de la graine jusqu'à la plante adulte. Je suis bien reconnaissant au Jardin Botanique municipal des précieux matériaux qu'il m'a procurés. Nous avons pu ainsi trouver, outre les caractéristiques anatomiques des Taccacées, certains faits généraux intéressants, comme les rapports de la hampe florale oppositifoliée de de l'*Ataccia*, comme l'organisation des tubercules du type *Tacca* et la curieuse migration du point de végétation terminal de leurs tiges principales.

Au premier abord l'appareil végétatif des Dioscorées paraît mieux connu que celui des Taccacées. Cela est vrai pour les formes les plus communes. M. Bücherer a donné par exemple une très bonne étude du *Tamus communis*. La structure de certains rameaux du *Dioscorea Batatas* a été bien décrite par Nägeli, puis par M. Beauvisage. Mohl, dans ses *Vermischte Schriften* (1), a consacré une note au tubercule du *Testudinaria*, mais ce sont là des documents épars, et quand on essaie de les mettre en œuvre, on voit combien il est nécessaire de les compléter. Ils ne permettent pas d'apprécier l'organisation des Dioscorées, ils ne permettent pas de se rendre compte de la valeur des masses libéro-ligneuses de leur tige. Les caractéristiques de la feuille n'y sont pas traitées. Enfin la Morphologie et la structure si curieuse des tubercules des Dioscorées reste une sorte d'énigme sur laquelle on ne possède comme indications que l'ancien travail de Dutrochet et les quelques lignes que De Bary y a consacrées dans son beau Traité d'Anatomie. Cette insuffisance de nos connaissances sur cette remarquable famille tient en grande partie à ce qu'elle se compose aussi de plantes assez rares. On trouve bien dans nos

(1) H. v. Mohl. *Ub. d. Mittelstock von Tamus elephantipes.* — *Verm. Schriften*, p. 186. Tubingen, 1836.

cultures, le *Tamus communis*, le *Testudinaria elephantipes*, le *Dioscorea Batatas* et quelques espèces cultivées comme plantes ornementales, comme les *Dioscorea multicolor* et *D. illustrata*, mais les *Rajania* font défaut et les Dioscorées hermaphrodites ne sont pas représentées. Dans tous les cas, il est impossible avec les ressources ordinaires d'étudier la formation des tubercules.

Grâce au Jardin Botanique municipal de Lille, j'ai pu me procurer à l'état vivant les principales formes de Dioscorées cultivées. Dans cette belle collection j'ai trouvé de très précieux documents. Puis, à la prière de M. Bertrand, M. le professeur Treub de Java a bien voulu me faire parvenir une magnifique collection de graines, de rameaux, de tubercules des Dioscorées du Jardin Botanique de Buitenzorg. J'exprime à M. Treub ma profonde reconnaissance pour ce bel envoi. Grâce à lui, mon travail a pu s'étendre aux principaux types de Dioscorées, grâce à lui il m'a été possible de suivre le développement de certaines formes exotiques. Dans l'étude que j'ai pu faire du tubercule, j'ai eu la bonne fortune de recueillir une ample moisson de faits nouveaux. Toutes les Dioscorées possèdent des tubercules, et ce qui frappe surtout, c'est la variété des formes qu'on y rencontre. Quoi de plus dissemblable par exemple que le tubercule épigé, reposant sur sa base, et recouvert de grandes plaques subéreuses du *Testudinaria*, le tubercule souterrain ramifié du *Tamus*, le rhizome du *Dioscorea villosa* et les longs tubercules cylindriques du *D. Batatas*. Ces formations ont-elles toutes la même valeur, ont-elles des valeurs différentes ? De Bary distingue parmi ces tubercules des rhizomes, des renflements du premier entrenœud de la tige principale, et enfin des racines. Les tubercules du *D. Batatas* ont été regardés par certains auteurs comme des racines, alors que d'autres auteurs ont soutenu qu'il s'agissait de tiges caractérisées réduites à un seul entrenœud. Que sont ces divers organes, comment se forment-ils ?

C'est ce que nous nous sommes efforcé d'élucider en suivant leur développement chaque fois que cela nous a été possible, ou lorsque ces documents nous faisaient défaut, en étudiant, aussi complètement que possible, la structure de l'organe développé.

Or, ces organes si variés de forme ne sont pas moins variés dans leur mode de développement et dans leur valeur morphologique. Certains tubercules à croissance lente sont de simples formations secondaires sans point de végétation localisé. — D'autres qui ont une croissance plus rapide, débutent encore par des productions secondaires et se poursuivent par une pièce uniquement formée de tissus primaires avec point de végétation très localisé. — Chez le *Dioscorea illustrata*, le tubercule apparaît à l'extrémité d'une forte racine dont le point de végétation s'élargit sans changer d'aspect, l'organe se poursuit par un renflement dont les faisceaux sont primaires et orientés comme ceux des tiges. Plus tard, une tige se forme sur l'emplacement même du point de végétation du tubercule. — Chez le *D. villosa*, le tubercule est un rhizome, c'est-à-dire nne tige souterraine. — Au point de vue de l'Anatomie et de la Morphologie générales, nous nous trouvions conduit à étudier des questions d'une haute portée, puisqu'elles nous amènent à constater l'existence d'organes qui échappent aux définitions acceptées des tiges et des racines, puisqu'elles nous montrent des organes dont la nature change avec le stade de développement par une transformation continue de leur point de végétation.

Il m'a même été possible de me procurer quelques matériaux se rapportant aux Discorées hermaphrodites. Ces plantes sont au nombre de quatre. L'une d'elles, *Oncus esculentus* Lour., originaire de Cochinchine, n'a pas été revue depuis Loureiro. Le genre australien *Petermannia* F. v. Müll n'existe que dans l'Herbier de Kew qui, malheureusement, croit devoir refuser d'en distraire si peu que ce

soit pour une première étude anatomique. — J'ai obtenu quelques échantillons de *Trichopus zeylanicus*. Je les dois à l'obligeance éclairée de M. le Professeur Bureau, Directeur de l'Herbier du Muséum de Paris. M. Crépin, le savant Directeur du Jardin Botanique Royal de Bruxelles, m'a permis de puiser dans l'Herbier de cet établissement les documents complémentaires dont j'avais besoin. A la demande de M. Bertrand, M. le Professeur Engler de Berlin a mis très généreusement à ma disposition un troisième exemplaire qui m'a permis de contrôler et de compléter les deux premiers. Que ces Messieurs veuillent bien agréer l'expression de ma gratitude. Je dois aussi des remerciements tout spéciaux à M. le Professeur Engler pour l'échantillon du rarissime *Stenomeris dioscoreæfolia* que je dois encore à sa libéralité. C'est tout ce qu'il m'a été possible de réunir dans l'état actuel des ressources des grandes collections européennes. Bien que très réduits, ces matériaux me permettent déjà de montrer quels sont les caractères spéciaux des Dioscorées hermaphrodites, *Stenomeris* montrant bien les caractères d'une Dioscorée, *Trichopus* présentant une modification sensible de cette manière d'être. Il est profondément regrettable que l'étude du *Petermannia* ne m'ait pas permis de voir ce qu'est la Dioscorée lorsque l'inférovarie n'est pas encore complète.

Ce travail est une étude générale de la structure de ces deux séries végétales des Dioscorées et des Taccacées et non un travail d'Anatomie systématique. Le but que nous poursuivons n'est donc pas de justifier, ni de critiquer les rapprochements qui ont été proposés entre les espèces de Dioscorées et de Taccacées, mais de déterminer, s'il se peut, ce qu'il y a de caractéristique dans l'Anatomie de ces plantes, pour arriver à déterminer le type d'organisation de chacune de ces deux familles en mettant en évidence ce qui paraît appartenir à la forme originelle et ce qui indique l'adaptation à tel ou tel mode de vie. C'est de là qu'il faut partir pour

apprécier les différences anatomiques ayant pour but de définir les genres et les espèces. Mais essayer de caractériser les formes spécifiques sans connaître la forme fondamentale commune nous paraît être un contre-sens.

Ce travail est divisé en deux parties : Les Taccacées et les Dioscorées.

Pour les Taccacées, nous décrirons sous forme monographique la structure du *Tacca* et celle de l'*Ataccia*. Ces deux plantes sont assez dissemblables pour que la clarté de l'exposition nous impose cette manière de procéder.

Pour les Dioscorées, les tiges et les feuilles étant manifestement construites sur un type commun, nous décrirons dans trois chapitres généraux, la Tige, la Feuille et la Racine.

L'étude des Tubercules, qui représente une partie importante de notre travail, a été divisée en plusieurs paragraphes ayant une allure monographique. Ainsi nous étudions séparément :

Le tubercule du type *Tamus*, chez *Tamus communis*, chez *Dioscorea sinuata* et chez *D. altissima ;*

Le tubercule du type *Helmia*, chez *Helmia hirsuta* et *Dioscorea repanda* ;

Le tubercule du type *Dioscorea Kita ;*

Le Rhizome tubéreux du *Dioscorea quinqueloba.*

Nous avons pu suivre le développement de ces diverses formes.

Nous décrirons ensuite la structure des tubercules dont le développement n'a pu être suivi, en les rattachant aux formes précédentes, autant que ce classement nous a été possible.

Dans un cinquième chapitre nous donnons l'étude des bulbilles.

Enfin, dans un dernier chapitre, nous traiterons des Dioscorées hermaphrodites.

Des Conclusions et une Explication des Planches accompagnent ce travail.

En tête de chaque chapitre, nous avons résumé l'état de nos connaissances sur les diverses parties du sujet, antérieurement à nos recherches.

En terminant cette Introduction, je dois adresser mes remerciements à M. le Professeur M. Cornu pour les échantillons de plantes vivantes qu'il a bien voulu mettre à ma disposition, soit pour le sujet même, soit pour les comparaisons que j'ai été amené à faire avec les autres Monocotylédonées grimpantes.

J'ai puisé largement dans les Collections du Laboratoire de Botanique de la Faculté des Sciences de Lille rassemblées sous la Direction de M. C. Eg. Bertrand, à qui je suis très heureux de témoigner toute ma reconnaissance.

Qu'il me soit permis d'exprimer à la Société des Sciences de Lille ma profonde gratitude pour la bienveillance qu'elle m'a témoignée en accordant à ce travail le Prix de la Fondation Kuhlmann pour 1893 et en décidant son impression dans ses Mémoires.

Je remercie aussi bien vivement l'Association Française pour l'Avancement des Sciences, pour la subvention qu'elle a bien voulu m'allouer en vue d'aider à la publication de ces Recherches.

PREMIÈRE PARTIE.

TACCACÉES.

Il n'a été publié aucun travail sur l'Anatomie des Taccacées.

Nous commencerons notre étude des Taccacées par la Monographie du *Tacca pinnatifida*. Un second chapitre sera consacré à la Monographie de l'*Ataccia cristata*.

Dans la description du *Tacca*, nous suivrons l'ordre ci-dessous :

§ 1. — Morphologie.
§ 2. — Les Tubercules.
§ 3. — La Feuille.
§ 4. — La Hampe florale.
§ 5. — La Racine.

Dans la description de l'*Ataccia*, nous traiterons successivement, en adoptant une marche un peu différente :

§ 1. — Morphologie.
§ 2. — Anatomie de la tige.
§ 3. — Insertion du bourgeon axillaire.
§ 4. — Insertion des hampes florales.
§ 5. — Anatomie de la hampe florale
§ 6. — Anatomie du pédoncule floral.
§ 7. — Comparaison de la hampe avec le rhizome.
§ 8. — Anatomie de la feuille.
§ 9. — La Racine.

CHAPITRE PREMIER.

TACCA PINNATIFIDA *FORST.*

§ 1.— Morphologie.

La plante adulte se compose de deux ou trois tubercules souterrains, arrondis, pouvant présenter chez les plantes cultivées en serre 3 à 5 centimètres de diamètre (1) ; chacun des tubercules porte à sa partie supérieure un certain nombre de très grandes feuilles insérées au même niveau.

Elles sont disposées en ordre distique. Une hampe florale très élevée s'insère sur le tubercule entre les deux dernières feuilles. On ne voit aucune autre tige ; la tige du *Tacca* n'allonge pas ses entrenœuds, toutes les feuilles sont insérées au même niveau sur un large plateau situé à la partie supérieure des tubercules.

Les tubercules d'une même plante sont d'âge différent. Tandis que l'un des tubercules porte des feuilles et une hampe florale arrivées au terme de leur développement, le tubercule moyen porte les mêmes organes en voie de croissance, enfin le plus jeune tubercule commence seulement à produire ses premières feuilles. Les divers tubercules sont rattachés l'un à l'autre par un pédoncule peu allongé chez l'adulte.

Les feuilles se composent chacune d'une portion engaînante, d'un long pétiole cylindrique et d'un limbe très

(1) Ces tubercules sont plus volumineux chez les plantes sauvages.

découpé. Les surfaces de symétrie de ces feuilles avant toute déviation, coïncident.

La surface des tubercules est légèrement craquelée, on en voit sortir de nombreuses racines.

§ 2. — Développement et structure des tubercules.

Pour déterminer la valeur morphologique des tubercules, j'ai étudié les états successifs de la jeune plante depuis l'embryon dans la graine mûre jusqu'au moment où le tubercule est complètement développé.

L'embryon dans la graine mûre.

L'embryon, tel qu'on le trouve dans la graine mûre, a la forme d'un ovoïde qui aurait été aplati dans le plan de la fente gemmulaire fig. 1 et 3 pl. I. Il mesure 0,^{mm}3 de longueur sur 0^{mm}.15 dans sa plus grande largeur. L'extrémité tournée vers le micropyle, plus obtuse, porte le suspenseur (*Sp*, fig. 2 et 3 pl. I), elle correspond à l'axe hypocotylé. Une section transversale dans l'axe hypocotylé ne montre pas de faisceaux, mais une masse centrale méristématique. La fente gemmulaire, largement ouverte, se trouve dans la moitié supérieure de l'embryon (*Fg* fig. 2 pl. I). La gemmule très peu saillante, ne porte pas d'appendices.

A ce stade l'embryon ne présente aucune trace de tubercule.

Stade I.

Nous prendrons comme premier stade l'état de la jeune plante au moment où elle n'a formé qu'une première feuille et une première racine. La première feuille de ces jeunes germinations présente une brusque courbure de son limbe sur son pétiole (fig. 6 à 9 pl. I).

La première racine sort de l'extrémité inférieure de l'axe hypocotylé. Celui-ci est entouré par la gaîne cotylédonaire qui l'enveloppe comme un manchon (*Gc* fig. 6 à 10 pl. I). Le pétiole cotylédonaire s'insère sur la gaîne un peu au dessous de son bord supérieur. Le cotylédon reste enfermé dans la graine.

A mesure qu'il absorbe les réserves de l'albumen, le cotylédon s'accroît et finit par prendre toute la place primitivement occupée par l'albumen. Ce cotylédon a la forme d'une lame épaisse, pliée en long suivant son milieu, sa surface externe est mamelonnée, ridée surtout dans sa région terminale (fig. 11 pl. 1). Dans cette région, le cotylédon présente des digitations épaisses qui s'accusent dans le cours de son développement. L'épiderme extérieur se compose de petites cellules égales entre elles. — Tandis que la réserve de l'albumen est formée d'aleurone et d'huile, le cotylédon renferme une grande quantité d'amidon transitoire en petits grains.

Dans sa région pétiolaire, le cotylédon ne renferme qu'un petit faisceau unipolaire profondément bilobé dont la section est représentée fig. 13 pl. 1. Le pôle de ce faisceau est occupé par un amas de trachées toutes très étroites (Δ *Mc* fig. 13) ; les autres éléments du bois forment deux massifs l'un à droite l'autre à gauche ; en arrière de chacun de ceux-ci se trouve une masse libérienne. Cette structure spéciale du faisceau se conserve dans toute l'étendue du pétiole cotylédonaire. Elle est due à l'insertion sur le faisceau cotylédonaire de l'un des pôles de la racine principale, et d'autre part à la dichotomie que subit le faisceau en pénétrant dans le limbe cotylédonaire. A la base du limbe, les deux lobes libéroligneux cheminent d'abord parallèlement. Dans cette région chacun des faisceaux comprend quelques larges trachées et une grande masse de liber ; sur les trachées s'appuient quelques cellules réticulées (fig. 14 bis pl. I). Dans le limbe chacun des faisceaux émet à droite et à gauche une petite

branche qui s'écarte du cordon primitif, de sorte qu'on a trois petits faisceaux dans chaque moitié du limbe. Dans la région terminale du cotylédon, les deux moitiés de l'organe deviennent distinctes, puis chacune d'elles fournit un certain nombre de digitations (trois ordinairement) qui renferment chacun un petit faisceau libéro-ligneux.

La structure de la première feuille sera décrite dans un paragraphe ultérieur sur l'anatomie de la feuille. Il suffit pour le moment de savoir que cette feuille reçoit de la tige trois faisceaux.

Description des principales sections transversales de la plante au Stade I.

Nous distinguerons cinq niveaux principaux :

Le *Niveau I* qui correspond au fond de l'aisselle de la première feuille F_1 ;

Le *Niveau II* qui correspond au fond de l'aisselle de la seconde feuille F_2 ;

Le *Niveau III a* qui correspond au premier entrenœud de la tige principale ;

Le *Niveau III b* qui comprend l'Axe hypocotylé ;

Le *Niveau IV* qui correspond à l'insertion de la racine principale (1).

Ces niveaux nous serviront de repères pour étudier la jeune plante aux divers stades de son développement.

Les sections transversales passant au-dessus de l'aisselle de la première feuille, montrent que cette feuille et le cotylédon se font face : leur divergence étant $\frac{1}{2}$.

A ce stade I, les *niveaux I*, *II* et *III* coïncident. En effet, le cotylédon et les deux premières feuilles sont insérés

(1) J'appelle ce niveau IV, insertion de la racine principale parce que j'emploie cette même expression dans la description des Dioscorées : en réalité ce niveau correspond ici exactement à la base de l'axe hypocotylé. L'insertion du faisceau de la racine principale se prolonge beaucoup plus haut chez *Tacca* que chez les Dioscorées.

presque au même niveau, il n'y a pas, à proprement parler. d'entrenœuds. La tige principale se réduit à ce stade à un assemblage de nœuds placés au même niveau. Le rudiment de la feuille F_2 est exactement superposé au cotylédon.

La section passant par ce niveau rencontre le point de végétation de la tige principale qui se trouve exactement à l'extrémité supérieure de l'axe hypocotylé.

Niveau III b. — Une section transversale passant dans le haut de l'axe hypocotylé au niveau de l'insertion du cotylédon (fig. 15 pl. I) montre que les faisceaux de la seconde feuille, encore à l'état procambial, se trouvent très près du centre (M_2, G_2, D_2), ceux de la première feuille en sont un peu plus éloignés (M_1, G_1, D_1), le faisceau cotylédonaire Mc est encore à la périphérie. Les faisceaux de la feuille F_1 et du cotylédon sont différenciés en bois et liber.

Dans la région moyenne de l'axe hypocotylé, les faisceaux des deux premières feuilles et le médian de la troisième feuille se groupent sur une courbe elliptique (fig. 16 pl. I). Ils restent distincts sur une épaisseur de quatre sections transversales minces. Le faisceau médian de la première feuille (M_1) occupe une extrémité du grand axe de l'ellipse, les deux faisceaux latéraux G_1 et D_1 de la même feuille occupent les extrémités du petit axe. A l'autre extrémité du grand axe, se trouve un espace libre, c'est là que viendra se placer le faisceau cotylédonaire.

Aussitôt après leur entrée dans le cercle des faisceaux de l'axe hypocotylé, les deux lobes du faisceau cotylédonaire se séparent ; entre ces deux lobes existe un ilôt trachéen qui représente l'insertion d'un pôle de la racine principale. A ce même niveau, le faisceau médian de la première feuille devient bilobé et ses deux lobes se séparent rapidement. A la place du pôle ligneux de ce faisceau M_1, on voit également un groupe de trachées différenciées dans le sens centripète. Ce groupe trachéen est le second pôle de la racine principale. Le faisceau de cette racine insère donc

un de ses pôles sur le faisceau cotylédonaire, l'autre sur le faisceau médian de la première feuille.

Niveau IV. — Au niveau de la base de l'axe hypocotylé (fig. 12 pl. I), les faisceaux situés d'un même côté de la ligne des pôles se confondent en une masse unique.

A mesure que l'on descend, on voit les deux masses libéro-ligneuses latérales se condenser, puis se réduire, finalement il n'en reste plus que le liber, qui se continue avec le liber primaire du faisceau de la racine principale. D'autre part, le bois de la racine s'est complété par l'apparition de vaisseaux entre les deux pôles.

L'épiderme se continue sur la partie inférieure de l'axe hypocotylé. On y trouve encore des stomates *St* à un niveau où la structure de la masse libéro-ligneuse est déjà celle d'un faisceau de racine (fig. 17 pl. I).

Outre la racine principale, la région inférieure de l'axe hypocotylé produit d'autres racines, l'une insérée sur le faisceau médian de la première feuille, et deux autres insérées plus bas à droite et à gauche, sur les deux masses libéro-ligneuses qui représentent chacune la moitié des faisceaux de l'axe hypocotylé. L'amorce de l'insertion d'une de ces racines est représentée à droite de la fig. 12 pl. 1 en *Rad.*

A ce stade I, le tubercule de la plante n'est donc pas représenté, et nous avons vu que le point de végétation de la tige principale se trouve à l'extrémité supérieure de l'axe hypocotylé.

Stade II.

Comme stade plus avancé, nous prendrons une plante dont les deux premières feuilles sont complètement développées, la troisième commençant seulement à sortir de la gaîne de la feuille F_2 (fig. 19 pl. I).

La plante est légèrement renflée au niveau de la base de la feuille F_2. Ce renflement est la première indication du

tubercule. La base du pétiole de la feuille F_2 se trouve arquée dans sa région d'insertion. — La graine est encore attachée à la plante. La première racine est encore reconnaissable, mais les racines adventives produites par la région inférieure de l'axe hypoootylé croissent rapidement et deviennent bientôt plus longues et plus grosses que la racine principale.

Description des principales sections transversales de la plante au Stade II.

Niveau I — (1). Ce niveau comprend plusieurs sections : fig. 1 à 5, pages 20 et 21.

Section fig. 1, page 20. — Sur la section passant par le fond de l'aisselle de la feuille F_1, on voit les feuilles F_1 et

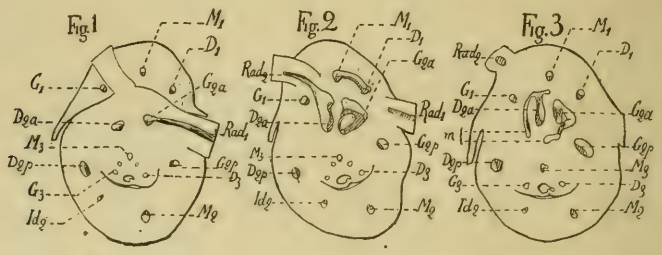


Fig. 1 à 3. — Sections transversales d'un jeune *Tacca* au stade II. Niveau I. Gr. 6.

F^2 concrescentes par leur portion engaînante. Une troisième feuille F_3 est enfermée dans la gaîne de la feuille F_2. Ces trois premières feuilles sont disposées suivant l'ordre distique. La feuille F_1 présente trois faisceaux M_1, G_1, D_1 ; la feuille F_2 et la feuille F_3 ont chacune 5 faisceaux. Tandis que les faisceaux des feuilles F_1 et F_2 sont complètement différenciés en bois et liber, ceux de la feuille F_3 n'ont qu'une ou deux trachées différenciées. — La feuille F_2 présente à ce niveau un sixième petit faisceau placé entre D_2p et M_2, nous

(1) Nous conservons pour ce stade et pour le suivant les niveaux qui ont été définis pour le Stade I.

l'appellerons Id_2, c'est un faisceau homologue du faisceau intermédiaire de la feuille des Dioscorées.

Un faisceau de racine adventive s'insère à ce niveau sur $G_2\,a$.

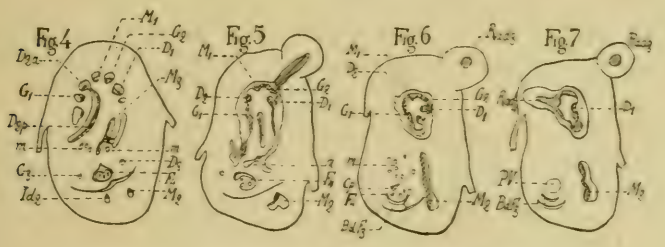
Section fig. 2, page 20. — Cette section montre à la place des faisceaux G_2a et D_2a, une masse diaphragmatique, qui les empâte complètement. Elle est due à l'insertion d'une racine adventive sur chacun de ces faisceaux ; Rad_1 s'insère sur G_2a, Rad_2 sur D_2a.

Le faisceau M_1 est relié latéralement au faisceau D_1 par une branche vasculaire. Ce même faisceau M_1 avait été relié de même à G_1 à un niveau supérieur.

Section fig. 3, page 20. — La feuille F_3 n'a que trois faisceaux par suite de la réunion des deux petits faisceaux intermédiaires au médian M_3.

Sur les faisceaux D_2a et G_2a qui forment des massifs larges diaphragmatiques s'insèrent quelques petites branches m qui se placent entre ces faisceaux et ceux de la feuille F_3.

Section fig. 4, page 21. — La section fig. 4, qui est



Sections transversales d'un jeune *Tacca* au stade II.
Fig. 4 et 5. Bas du Niveau I. Fig. 6. Niveau II. Fig. 7. Niveau III a. Gr. 6.

inférieure à la précédente, rencontre une nouvelle feuille F_4 dans laquelle on distingue trois faisceaux au stade procambial. Les lobes m, que nous avons vus insérés au niveau de la section précédente sur les faisceaux D_2a et G_2a sont distincts.

Le faisceau D_2p se réunit au faisceau D_2a et l'ensemble forme un arc en avant du faisceau G_1. Le faisceau D_2 résultant de la réunion de D_2p et de D_2a va se placer entre M_1 et G_1. Le faisceau G_2, formé par la réunion de G_2a et de G_2d se trouve placé entre M_1 et D_1, il a effectué à un niveau un peu plus élevé le même trajet que D_2.

Le faisceau M_3 de la feuille F_3 est coupé très obliquement, il se déplace vers la face dorsale (1). Les faisceaux G_3, D_3, M_3 et Id_2 occupent à peu près les mêmes positions relatives qu'au niveau de la section précédente.

Section fig. 5, page 21. — Le faisceau Id_2 s'est réuni à la droite de M_2. Les faisceaux G_1, D_2, M_1, G_2, D_1 se sont réunis en une couronne libéro-ligneuse ouverte du côté de la face ventrale. Les bords libres de cette couronne sont reliés aux petits faisceaux m situés entre la couronne vasculaire et la feuille F_4.

Une nouvelle racine Rad_3 s'insère sur la couronne en arrière de G_2.

Niveau II. — Section fig. 6, page 21. — Les faisceaux de la tige forment une couronne libéro-ligneuse complète à pointements trachéens intérieurs. Le faisceau D_1 est plus rapproché que les autres du centre de figure. — Le faisceau M_2 est coupé très obliquement, il se rapproche de la couronne à laquelle il va se rattacher. — Le faisceau M_2 paraît inséré au-dessus de M_1 par suite de la déformation provoquée par l'accroissement qui se produit du côté de la feuille F_2. — Cet exemple est extrêmement intéressant parce qu'il montre que l'étude d'une plante au stade II et à plus forte raison aux stades suivants pourrait faire penser que la feuille F_2 est antérieure à F_1 ses faisceaux étant insérés plus bas.

---

(1) Dans l'étude de ces jeunes plantes, j'appelle *face dorsale* celle qui correspond à la feuille F_1 et *face ventrale* celle qui lui est opposée. Sur la face ventrale s'insèrent la feuille F_2 et le cotylédon.

La feuille F_4 renferme trois faisceaux. Entre cette feuille et la couronne libéro-ligneuse se trouvent un certain nombre de petits faisceaux procambiaux. Ce sont ces faisceaux *m* dont nous avons vu l'insertion sur la couronne libéro-ligneuse. Nous les appellerons *faisceaux pédonculaires* parce que nous verrons qu'ils parcourent le pédoncule du tubercule dans toute sa longueur. En réalité ils appartiennent à la tige principale dont le point de végétation émigre dans la base de la feuille F_2.

Niveau III a. — La section fig. 7, page 21, rencontre le point de végétation *PV* de la tige principale coupé transversalement; ce point de végétation est représenté par une masse méristématique recouverte d'un dermatogène. Sur le côté dorsal on voit la couronne libéro-ligneuse de la tige. Elle reçoit l'insertion d'une racine adventive Rad_1 en arrière de la région qui correspond à M_1 D_2.

Le faisceau M_2 est rencontré par cette section à la limite inférieure du coude qu'il forme en se dirigeant de la périphérie vers la couronne libéro-ligneuse de la tige principale.

Niveau III b. — Dans l'axe hypocotylé, le faisceau cotylédonaire se réunit à la couronne et la racine principale s'insère sur cette couronne. Il n'y a pas de changement important par rapport au stade I.

Le stade II nous a montré par rapport au stade I les modifications suivantes :

1° Le point de végétation de la tige qui, au stade I, se trouvait au sommet de l'axe hypocotylé s'est déplacé vers le bas du côté de la feuille F_2, c'est-à-dire vers la face ventrale ; il se trouve maintenant au niveau de la base de la feuille F_2.

2° L'insertion du faisceau cotylédonaire et du faisceau médian M_2 de la feuille F_2 se trouve abaissée par suite de l'accroissement que subit ce côté de la plante pour permettre au point de végétation de la tige de descendre. Nous allons

le voir s'invaginer dans un long couloir dont l'orifice reste entre les bases de F_2 et F_3, la feuille F_4 pouvant se trouver entraînée dans le canal où descend le point de végétation.

Stade III (fig. 20, pl. I).

Ce stade est caractérisé par la présence de 3 feuilles aériennes développées, et d'un petit tubercule. Cet organe a la forme d'une grosse racine, il sort en perforant la base de la seconde feuille. La surface du tubercule est de nature subéreuse.

Étude des principales sections transversales de la plante au Stade III.

Niveau I. — La section fig. 8, page 24, montre les trois premières feuilles coupées dans leur gaîne et concrescentes. La gaîne de la feuille F_3 renferme la section transversale

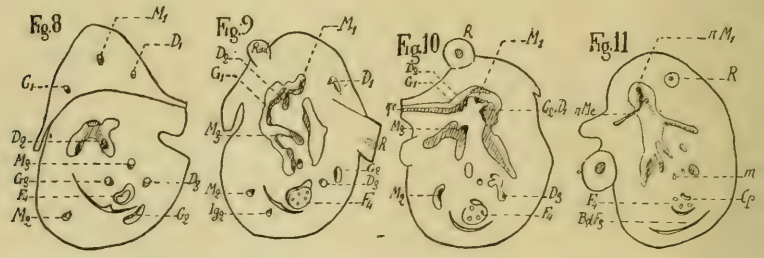


Fig. 8 à 10. — Sections transversales d'un jeune *Tacca* au stade III. Gr. 6.

de la quatrième feuille F_4 coupée dans son extrémité supérieure ; cette feuille F_4 coupée dans son point de végétation ne montre pas de faisceau à ce niveau. — Les faisceaux des trois premières feuilles sont différenciés en bois et liber.

Le faisceau D_2 reçoit l'insertion d'un faisceau de racine adventive qui sortira à droite de la feuille F_1. Pendant cette insertion, au faisceau D_2 se trouve annexé un massif diaphragmatique.

Niveau II. — La section fig. 9, page 24, montre dans

sa moitié gauche un arc vasculaire formé par les faisceaux M_1, D_2, G_1, G_3,. Le faisceau M_3 vient se joindre à cet arc. Dans la moitié droite de la section, les faisceaux D_1, G_2. D_3, M_2 sont encore distincts.

La feuille F_4 renferme à ce niveau 5 faisceaux au stade procambial.

Niveau III b. — Au niveau de l'axe hypocotylé (section fig. 10, page 24), un arc vasculaire dorsal comprend les faisceaux G_2, M_1, D_2, G_1.

Le faisceau D_1 se réunira à cet arc à la droite de G_2. Les faisceaux M_3 et G_3 forment un massif du côté ventral ; le faisceau cotylédonaire *fc* s'attache sur la couronne vasculaire à la gauche de G_1. — Les rapports essentiels n'ont donc pas changé, il n'y a que des déviations dues à la croissance et à l'insertion des racines adventives. Les faisceaux M_2, D_3 et les faisceaux de la feuille F_4 sont encore distincts. Cette particularité est due à la forte courbure de cette région. Entre la feuille F_4 et la couronne libéro-ligneuse de l'axe hypocotylé, quelques petits lobes vasculaires encore peu différenciés représentent les faisceaux pédonculaires insérés plus haut sur les faisceaux de la couronne. Ces faisceaux sont ceux de la partie supérieure de la tige principale dont le point de végétation est placé plus profondément qu'au stade II.

Niveau IV. — Section transversale fig. 11, page 24. — L'insertion de la racine principale se fait comme aux stades précédents, sur la couronne libéro-ligneuse qui représente le système des faisceaux de l'axe hypocotylé. Au niveau de l'insertion de la racine principale, on voit encore quelques petits lobes libéro-ligneux pédonculaires s'insérer sur la terminaison de l'axe hypocotylé.

La feuille F_4 coupée dans son pétiole renferme à ce niveau trois faisceaux seulement.

Au-dessous de ce niveau, le tubercule se sépare de la racine principale.

Une section transversale pratiquée dans la région libre du tubercule jeune montre (fig. 25 pl. I) un canal aplati bordé d'épiderme (*Cp* fig. 24 et 25 pl. I) séparant deux groupes de faisceaux. L'un de ces groupes ne comprend qu'un petit nombre de faisceaux différenciés en bois et liber. Le bois est situé vers l'intérieur, le liber vers l'extérieur. Ces faisceaux sont irrégulièrement placés, ils appartiennent au pétiole de la feuille F_1. — L'autre groupe, plus important, comprend 8 à 15 faisceaux orientés radialement, bois en dedans, liber en dehors comme les faisceaux d'une tige. Ils appartiennent au prolongement de la tige principale. Nous les avons vus s'insérer sur les faisceaux des feuilles F_1 et F_2 et sur l'axe hypocotylé (*φp* fig. 25 pl. I). — Les faisceaux externes (faisceaux de la quatrième feuille) (*φf* fig. 25 pl. I), peuvent rester distincts sur toute la longueur du pédoncule, ou se réunir à certains faisceaux pédonculaires lorsque F_4 est insérée dans la longueur du canal.

Le tissu dans lequel sont plongés les faisceaux est un parenchyme méatique. La surface du pédoncule est subéreuse, certaines cellules sont prolongées en poils absorbants courts (fig. 26 pl. I). — On trouve des cellules à raphides parmi les cellules du tissu fondamental.

Les faisceaux sont entourés d'une gaîne protectrice (*Gc* fig. 27, pl I) formée par une seule couche de cellules dont les parois intérieures et latérales sont épaissies tandis que les parois externes sont restées minces. Quelques fibres mécaniques forment un amas dans la région postérieure du faisceau, contre la gaîne (fig. 27 pl. I).

Les trachées jalonnent deux files radiales (*tr* fig. 27 pl. I), au milieu des fibres primitives qui forment la pointe du faisceau. Quatre ou cinq grands vaisseaux rayés ou ponctués forment la partie la plus importante du bois. Le liber est relativement peu développé, il forme dans la région postérieure du faisceau deux petits groupes séparés par quelques fibres épaissies. On distingue facilement les cellules grilla-

gées des cellules annexes, bien que tous ces éléments aient à peu près le même diamètre.

Si l'on pratique dans le point de végétation qui est au fond du canal pédonculaire une section radiale passant en même temps par le sommet du pédoncule, on voit qu'une zône cambiforme, parallèle à la surface libre de la deuxième feuille, s'est établie sous le point de végétation (*Cbf* fig. 21 et 23, pl. I). Ce cambiforme produit un point de végétation sous le sommet de la tige principale ; c'est ce point de végétation d'origine endogène qui produira la masse du tubercule placée à l'extrémité du pédoncule. Ce point de végétation reste étroit pendant la période d'élongation du pédoncule, puis il s'élargit beaucoup. Il reste toujours localisé dans la partie inférieure du renflement. Les cellules du tissu fondamental comprises entre le cambiforme et la surface sont sacrifiées, elles sont exfoliées lorsque le tubercule s'allonge (*Tfex* fig. 23, pl. I). Le cambiforme fournit vers l'extérieur un liège qui forme la surface du tubercule et vers l'intérieur du tissu fondamental secondaire (1). Les cellules de ce tissu en se recloisonnant avant toute différenciation forment un méristème. Dans ce tissu se différencient les faisceaux qui s'attachent sur les faisceaux pédonculaires.

Toute la région située entre le point de végétation invaginé de la tige et l'insertion du pédoncule sur la couronne vasculaire de l'axe hypocotylé subit une croissance intercalaire considérable, grâce à laquelle le pédoncule acquiert jusqu'à 8 centimètres. Le point de végétation invaginé reste à très peu de distance du cambiforme (fig. 21 et 22, pl. I) du tubercule pendant la durée de la croissance du pédoncule. Ce point de végétation reste toujours en communication avec le dehors par le canal pédonculaire.

---

(1) Le caractère secondaire de ce tissu fondamental est donné par la direction constante des cloisonnements qui le produisent. Mais, dès que ces éléments sont un peu éloignés de la zone génératrice, ils prennent eux-mêmes de nouveaux cloisonnements. Ceux-ci sont dirigés dans tous les sens, c'est-à-dire qu'il s'établit une région méristématique capable d'engendrer des tissus primaires.

Tout en s'enfonçant par suite de l'élongation du pédoncule, le point de végétation de la tige principale peut donner une ou deux feuilles insérées sur les parois du canal. Ces feuilles, en grandissant, déchirent la surface du pédoncule. Dans la fig. 7, pl. II, l'une de ces feuilles est désignée par la notation *Fp*.

Structure du premier tubercule.

Lorsque la taille du pédoncule atteint 5 à 8 centimètres, il se produit une modification importante dans sa croissance. Le pédoncule cesse de s'allonger, au contraire le cambiforme placé dans sa région inférieure devient plus épais et produit vers l'intérieur une masse importante de tissu fondamental secondaire dans lequel se forme un méristème. Il s'établit de la sorte un renflement à peu près sphérique à l'extrémité du pédoncule (*Tb* fig. 1, pl. II).

D'autre part, le point de végétation de la tige s'élargit et produit plusieurs ébauches de feuilles dans lesquelles se différencient des cordons procambiaux. Ceux-ci se continuent dans le renflement sous-jacent par des faisceaux primaires répartis dans toute la masse du tissu méristématique. En se différenciant, ces faisceaux deviennent des faisceaux unipolaires orientés bois en dedans et liber vers l'extérieur. Une section faite au niveau du fond du canal pédonculaire nous montre d'un côté un arc irrégulier de faisceaux appartenant à une feuille, de l'autre côté les faisceaux pédonculaires placés sur un arc ouvert. En avant de ceux-ci, du côté de la feuille on voit les tissus du point de végétation élargi portant un nombre d'autant plus grand d'appendices que le tubercule est plus avancé dans sa croissance.

Un peu plus bas (fig. 2, pl. II) les faisceaux du pédoncule sont sur un arc très étendu. Il ne reste qu'un ou deux faisceaux foliaires non encore attachés aux faisceaux pédonculaires. C'est sur ce système de faisceaux externes dépen-

dant des feuilles et du pédoncule que s'attachent les racines adventives. Celles-ci sont réparties sur toute la surface du tubercule. Au centre on voit le système des faisceaux du bourgeon. Les faisceaux de ce système sont très nombreux, les appendices à desservir emportant chacun neuf à quinze faisceaux.

Plus bas encore, au niveau de la plus grande largeur du renflement (fig. 3, pl. II), les faisceaux pédonculaires rentrent dans la couronne vasculaire du bourgeon, après s'être parfois réunis plusieurs ensemble. On les trouve rentrant sur toute la périphérie de l'organe. Les derniers faisceaux foliaires se comportent de même. La masse centrale comprend un grand nombre de petits faisceaux unipolaires orientés comme dans une tige.

Au-dessous du niveau d'insertion du bourgeon sur le tubercule, les faisceaux de cet organe se réunissent de manière à former un réseau dont les mailles sont fermées.

Dans la région renflée du tubercule, toutes les cellules, sauf celles qui forment les deux ou trois couches les plus extérieures, sont remplies d'amidon. On voit également des cellules à raphides disséminées dans la masse. Sur les sections du tubercule on distingue une région extérieure formée par de grandes cellules figurant une sorte d'écorce (fig. 5, pl. II). La surface est occupée par des cellules subéreuses (*Lg* fig. 5, pl. II) ; cette couche est craquelée et subdivisée en un grand nombre de petites surfaces bien distinctes à l'œil nu. La région intérieure renferme les faisceaux plongés dans un tissu fondamental composé de cellules plus petites que celles de la région corticale. A la limite de la région intérieure et de cette sorte d'écorce, les cellules forment une zône dont les cloisonnements ont persisté longtemps (*Z* fig. 5, pl. II). Les faisceaux du tubercule se composent de quelques trachées et d'une région libérienne très développée à grandes cellules grillagées. Le bois est relativement très peu développé dans ces faisceaux (fig. 4, pl. II).

En résumé, chez le *Tacca*, le point de végétation de la tige principale s'invagine dans la base de la deuxième ou de la troisième feuille. Latéralement le pédoncule nous montre le système des faisceaux de la tige principale dont les derniers entrenœuds prennent une excessive longueur en même temps que les régions nodales y deviennent très mal définies. Pendant cette période du développement, le point de végétation est très simplifié, il ne comporte qu'une ou deux ébauches foliaires qui sont abandonnées le long du canal. Un cambiforme apical donne sous le bourgeon une grande masse de tissu. L'accroissement intercalaire considérable qui en résulte sépare les différents secteurs de la surface de cette partie du tubercule. En même temps le point de végétation de la tige principale s'élargit et donne les ébauches de trois à cinq nouvelles feuilles. Le système des faisceaux de ce bourgeon est relié aux faisceaux pédonculaires et aux derniers faisceaux foliaires. La tubérisation porte donc sur la base de la nouvelle pousse que produira le point de végétation de la tige principale. Elle porte aussi quelque peu sur l'extrémité du pédoncule et, pour une part bien minime seulement, sur la base des feuilles insérées le long du canal pédonculaire.

Les tubercules axillaires.

Après avoir produit un premier tubercule, le jeune *Tacca* en développe ordinairement un ou deux autres. Ceux-ci ont la même organisation et le même mode de développement que le premier tubercule ; ils n'en diffèrent que par leur insertion et par l'origine du point de végétation qu'ils contiennent. Cette dernière dissemblance qui paraît très importante au point de vue morphologique, n'a pas la valeur qu'on est tenté de lui accorder, car tous les tubercules répondent au même type d'organisation.

Tandis que le premier tubercule contient le point de végétation de la tige principale, les tubercules qui se

forment ensuite sur la jeune plante renferment chacun un point de végétation de bourgeon axillaire. Chacun de ces tubercules est inséré dans l'aisselle d'une feuille dont le point de végétation émigre aussi dans un pédoncule plus ou moins long (T_2 fig. 6 et 7 pl. II). Le point de végétation se trouve au fond du canal pédonculaire, il a abandonné à l'embouchure du canal quelques petites feuilles réduites à l'état d'écailles et dont l'ensemble figure une petite pointe plus ou moins recourbée. La région d'insertion du tubercule et la pointe sont recouvertes d'un épiderme ; tout le reste de la surface externe du tubercule est dépourvu d'épiderme. Les deux régions sont nettement distinctes même à l'œil nu ; la limite a la forme d'une ligne irrégulière (S fig. 6 pl. II).

De même que le premier tubercule, le second et le troisième tubercules se forment par l'action d'une zône cambiforme située en dessous du point de végétation de la tige axillaire ; ce cambiforme s'établit dans les tissus encore très jeunes du bourgeon axillaire lui-même.

Les faisceaux de ces tubercules axillaires s'insèrent sur les faisceaux de la couronne vasculaire de la tige principale au niveau de l'aisselle des feuilles F_1 et F_2. Très souvent le jeune *Tacca* forme ainsi deux tubercules axillaires aux dépens des bourgeons axillaires de ses deux premières feuilles.

La fig. 8 pl. II montre dans l'aisselle de la première feuille d'une jeune plante la place occupée par un bourgeon axillaire Bg_1 destiné à produire un de ces tubercules axillaires. La fig. 9 pl. II montre le même fait pour la seconde feuille (Bg_2 fig. 9). Dans ces tubercules axillaires, la tubérisation porte aussi sur la base de la nouvelle pousse que produira le point de végétation élargi.

Lorsque la plante a de la sorte invaginé le point de végétation de sa tige principale dans son premier tubercule et ses points de végétation axillaires dans ses deux tubercules

axillaires, sa croissance paraît terminée, on le comprend sans peine, les feuilles qui apparaîtront ultérieurement ne pouvant sortir que du haut des tubercules qu'elle a produits.

Le tubercule de la plante adulte.

Dans la plante adulte, chaque tubercule se compose d'une masse parenchymateuse gorgée d'amidon. Vers le haut de celle-ci est un point de végétation qui donnera les nouvelles feuilles (fig. 10 pl. II). Ce point de végétation est mis en communication avec la masse renflée sous-jacente par les faisceaux qui se distribuent dans toute la région inférieure du tubercule (φ*B*, fig. 10 pl. II). Lorsque le tubercule a cessé de s'accroître, le point de végétation du bourgeon produit une série de grandes feuilles distiques. Les feuilles en se développant, déchirent la paroi du tubercule dans la partie qui les surmonte. Ces feuilles figurent dans leur ensemble un éventail ; leur plan de symétrie commun passe par le pédoncule du tubercule qui se trouve rejeté latéralement. Il y a souvent de légères déviations dans la position des feuilles, les plus jeunes feuilles forçant les plus anciennes à s'écarter du plan de symétrie.

Le bourgeon de chaque tubercule produit 4 à 8 feuilles successives ; les dernières formées étant les plus grandes, les entrenœuds qui séparent ces feuilles sont nuls. Les tubercules des plantes âgées ne produisent plus que deux ou trois très grandes feuilles. Toutes ces feuilles sont insérées au même niveau sur un large plateau situé à la partie supérieure du tubercule. Chacune des feuilles présente dans son aisselle un petit bourgeon qui reste atrophié.

Le tubercule, après avoir donné toutes ses feuilles, peut produire une hampe florale. Lorsque le tubercule a formé 4 ou 5 feuilles et une hampe florale, celle-ci semble être la terminaison de la tige. Mais si l'on enlève successivement

toutes les feuilles, on s'aperçoit que cette hampe ne se trouve pas entre les deux feuilles les plus jeunes, mais en arrière de la dernière feuille, entre celle-ci et les bords de la gaîne de l'avant-dernière feuille (*Hfn* fig. 12 pl. II). La hampe occupe, au niveau de l'avant-dernière feuille, la place d'un bourgeon oppositifolié. Nous retrouverons ces pousses oppositifoliées chez l'*Ataccia cristata;* mais chez le *Tacca pinnatifida*, les plantes même très fortes ne produisent qu'une hampe florale par tubercule, tandis que les fortes plantes d'*Ataccia cristata* ont autant de hampes que de feuilles. La position si particulière de la hampe se voit surtout nettement chez les vieilles plantes dont les tubercules ne produisent que deux grandes feuilles, la hampe se trouve, non pas entre les deux feuilles, mais contre la face postérieure de la dernière feuille (fig. 12 pl. II). De même que chez l'*Ataccia*, les bourgeons oppositifoliés n'existent que chez les plantes très fortes, les autres ne fleurissant pas.

Le tubercule qui a produit une hampe florale ne fournit plus de feuilles, il a terminé son évolution. Mais vers la fin de sa végétation, on voit sortir de la partie supérieure du tubercule, dans un plan perpendiculaire au plan de symétrie commun à toutes les feuilles (fig. 11 pl. II), et au-dessous de la base de la plus jeune feuille, un *organe conique d'origine endogène*, beaucoup plus volumineux que les pédoncules des jeunes tubercules, c'est le pédoncule d'un nouveau tubercule (*PTs* fig. 11 pl. II).

La structure de ce pédoncule (fig. 13 pl. II) est la même que celle des pédoncules étudiés antérieurement, les seules différences sont le nombre plus grand des faisceaux et leur plus grand volume (1). Ce pédoncule contient le point de végétation de la tige initiale. Celui-ci émigre dans ce

(1) Le liber de ces faisceaux forme une masse unique dans leur région postérieure, on y voit de grandes cellules grillagées *cg* séparées par des cellules annexes *ca* (fig. 15 pl. II).

pédoncule comme le point de végétation de la tige principale a émigré dans la base de la seconde feuille.

Il ne se forme qu'un seul tubercule aux dépens d'un tubercule plus ancien.

Lorsque le gros pédoncule a acquis une longueur de 3 ou 4 centimètres en s'enfonçant obliquement dans le sol, il se renfle à son extrémité pour reformer un tubercule semblable à celui dont il est issu, mais d'ordinaire plus volumineux (*Ts* fig. 14 pl. II) et plus profondément enfoui dans le sol. — Chez les vieilles plantes, le pédoncule reste très court, l'enfoncement dans le sol est alors moins considérable que dans les premières périodes de la végétation.

Le développement de ces tubercules terminaux est semblable à celui du premier tubercule. La zône cambiforme qui formera le nouveau tubercule débute sous le point de végétation dans la substance même du tubercule plus ancien, dont elle déchire la surface pour permettre la sortie du pédoncule en voie de formation.

CONCLUSIONS.

D'après l'étude qui précède, nous voyons que chez le *Tacca pinnatifida*, l'individu provenant d'une germination produit un premier tubercule *dans lequel émigre le point de végétation de la tige principale*, et un ou deux autres tubercules aux dépens de bourgeons axillaires. Ces tubercules une fois formés développent des feuilles de plus en plus grandes, parfois une hampe florale, et enfin un nouveau tubercule. — La tubérisation porte sur la base de la nouvelle pousse, cette pousse ayant ce caractère très particulier d'avoir des entrenœuds qui resteront nuls.

Les vieux tubercules se vident et leurs feuilles meurent à mesure que les nouveaux se développent. On peut avoir sur une même plante des feuilles portées par trois tubercules différents issus l'un de l'autre ; mais on ne trouve de

bourgeon au milieu de la touffe de feuilles que dans le plus jeune tubercule. C'est le seul sur lequel l'émigration du point de végétation ne se soit pas encore effectuée.

Le tubercule du *Tacca* se compose d'un pédoncule et d'un renflement. Il est caractérisé :

1° Par la présence d'un bourgeon de tige situé au fond du canal pédonculaire ;

2° Par la nature de son point de végétation apical qui consiste en un épais cambiforme dont les cellules profondes se recloisonnent en tous sens de manière à donner un méristème ;

3° Par ses faisceaux unipolaires orientés bois en dedans et liber vers l'extérieur, en rapport avec le bourgeon et avec les faisceaux des dernières feuilles ;

4° Par les rapports de son système vasculaire avec celui du pédoncule.

La surface de l'organe est occupée par un liège peu différencié.

§ 3. — La Feuille.

a. — *Formes diverses des feuilles.*

La forme des feuilles varie beaucoup suivant l'âge et la force de la plante.

La feuille adulte du *Tacca* présente un pétiole cylindrique dont la longueur varie entre 1^m et $1^m.50$. Le diamètre de ce pétiole est plus fort à sa base au niveau du sol, où il peut atteindre 2 centimètres, tandis qu'à l'origine du limbe il n'est plus que de 12^{mm}. Inférieurement le pétiole se continue par une gaîne insérée sur la tige. Cette tige est très courte, ses entrenœuds ne sont pas développés, de sorte que les feuilles s'insèrent directement sur le tubercule par une circonférence entière. La gaîne recouvre comme un capuchon conique les feuilles plus jeunes. Lorsqu'une feuille se développe, elle ouvre la gaîne de la feuille précédente.

Les deux bords de la gaîne se rencontrent dans la surface de symétrie du pétiole à sa partie antérieure ; au-dessus de ce point commence le pétiole proprement dit. La hauteur totale de la gaîne des grandes feuilles est de 5 centimètres.

Le pétiole présente à sa base un peu au-dessus de la gaîne une région renflée de 1 à 2 centimètres de longueur. Le renflement est peu marqué chez les trois premières feuilles des plantes de semis, il est au contraire très accusé chez les feuilles plus grandes (*R* fig. 11 et 14 pl. II), dont le pétiole change presque toujours de direction à ce niveau. La portion placée au-dessus du renflement se redresse pour se rapprocher du centre de la touffe de feuilles. Le pétiole est donc géniculé. Cette flexion est surtout accusée chez les feuilles que forment les jeunes plantes après leur troisième feuille, dans le cours de la première année. Ces feuilles sont les plus extérieures dans chaque touffe, le développement des feuilles suivantes les rejette en dehors en inclinant leur pétiole tout entier. Pour se rapprocher de la verticale, ces feuilles redressent la portion de leur pétiole placée au-dessus du renflement. A cet effet, la face postérieure de cette région croît plus que la face antérieure.

Sur les grandes feuilles, le renflement est placé immédiatement au-dessus de la gaîne, tandis que sur les petites, il peut en être distant de 3 à 4 centimètres.

Le renflement devient mou lorsque la plante manque d'eau, il est turgide dans les conditions ordinaires.

Si l'on renverse complètement un jeune *Tacca* en pot, on voit dans le cours de la première journée d'expérience les plus jeunes feuilles se relever en courbant leur pétiole au niveau du renflement. Puis les feuilles plus âgées effectuent le même mouvement et finalement toutes sont redressées. Cette expérience montre bien le rôle du renflement dans l'orientation de la feuille. Cet organe permet au pétiole de reprendre une direction verticale lorsqu'une cause quelconque l'a dérangé.

Le pétiole est presque rond, avec cannelures très légères, les plus fortes accompagnent le faisceau médian.

Dans toute sa moitié inférieure, le pétiole des grandes feuilles de la plante adulte est couvert de petites émergences disposées en un réseau irrégulier. La surface est couverte de taches violacées séparées par des régions vert pâle ; vers le haut la teinte du pétiole est plus uniforme, et généralement violacée.

Au sommet du pétiole s'insèrent trois pétioles secondaires ou pétiolules qui portent chacun une foliole composée. Le limbe de chaque foliole est découpé en segments ou pennes, les entailles n'arrivant pas tout-à-fait jusqu'à la nervure médiane. On a donc une feuille décomposée, digitée, pennée, à folioles pennipartites.

La foliole médiane présente ordinairement six paires de pennes, les plus longues occupent la base de la foliole : elles atteignent $0^{m},40$ de longueur sur une largeur de $0^{m},06$. Le pétiolule de cette foliole reste rond. Sa base est dépourvue de pennes sur une longueur de 5 à 6 ctm. Les pennes sont toutes décurrentes, les inférieures forment des paires exactement opposées, la 3e paire comprend une penne droite insérée 2 ctm. plus bas que la penne gauche. Il en est de même des paires suivantes.

Les folioles latérales sont un peu moins fortes, les paires de pennes se réduisant en général à cinq paires ; leur pétiolule est un peu plus court. Ces folioles sont souvent un peu dissymétriques, à cause du grand développement de la penne externe inférieure. Cette penne externe est tantôt une pièce très large ($6^{ctm},5$), tantôt elle est elle-même composée de deux paires de pennes à peu près opposées et d'une penne terminale. Pour le reste les folioles latérales ressemblent à la foliole médiane.

Avant d'aborder la description de la nervation dans les folioles, rappelons que celles-ci sont pennipartites, les sinus n'arrivant pas jusqu'au pétiolule (fig. 16 pl. II). A l'origine

du limbe, le pétiolule se continue par la nervure médiane qui est une nervure primaire. Celle-ci fournit au limbe des nervures secondaires dans lesquelles on peut distinguer celles qui représentent les nervures médianes des pennes et d'autre part celles qui restent dans la portion du limbe reliant les bases de deux pennes successives. Toutes ces nervures font avec la nervure médiane de la foliole des angles d'environ 30°. Les nervures secondaires qui ne se rendent pas dans les pennes sont reliées entre elles par des barres transversales. Entre deux nervures médianes de pennes, on trouve ordinairement deux nervures secondaires dans la portion de limbe allant d'une penne à la suivante. La première de ces nervures secondaires (*Nd*, fig. 16 pl. II) se dirige vers le sinus voisin et se bifurque un peu avant de l'atteindre, puis les deux nervures ainsi formées côtoient, la supérieure, le bord inférieur de la penne supérieure, l'inférieure, le bord supérieur de la penne inférieure (fig. 16 pl. II).

Dans chaque penne, la nervure médiane s'atténue graduellement de la base jusqu'au sommet, elle s'épuise en fournissant des nervures tertiaires (1). Ces nervures tertiaires font avec la nervure médiane des angles de 20 à 30° et se dirigent en décrivant des arcs à concavité interne, vers le bord de la penne. Les ramifications des nervures tertiaires relient ces nervures entre elles. En s'approchant du bord de la penne chacune de ces nervures suit un moment le parcours de la nervure plus élevée avec laquelle elle s'annastomose, ou bien elle se termine en pointe libre, très près du bord (fig. 17 et 18 pl. II).

La nervure médiane de chaque penne envoie vers les nervures tertiaires des nervures ascendantes qui limitent des sortes de parallélogrammes. De même les espaces compris entre deux nervures tertiaires successives sont par-

(1) La nervure médiane de la penne est une nervure secondaire.

courus par des nervures transversales un peu ascendantes. Ces nervures transversales découpent le limbe en quadrilatères irréguliers qui sont à leur tour subdivisés par des nervures plus grêles dont le parcours est une ligne brisée. Ces petites mailles ont une forme quelconque; elles renferment les terminaisons en pointe libre des nervures les plus grêles (fig. 18 pl. II).

La pointe de chaque penne, très longue, reçoit la nervure médiane et les deux dernières nervures tertiaires ; celles-ci se terminent un peu avant l'extrémité (fig. 17 pl. II) de la penne, où la nervure médiane se prolonge seule.

Les pennes terminales ressemblent aux pennes latérales, aussi bien dans la foliole médiane que dans les folioles latérales; la description qui précède s'applique donc à la nervation de toutes les pennes de la feuille.

La feuille décrite ci-dessus est celle d'une plante adulte, les jeunes plantes ont des feuilles très simples et beaucoup plus petites; on peut voir tous les passages et tous les degrés de complication depuis ces formes simples jusqu'à la feuille que nous venons de décrire chez l'adulte.

Nous décrirons rapidement les principales de ces formes qui sont suffisamment tranchées pour imprimer à la plante un faciès caractéristique.

I. *Feuilles* 1 *et* 2. — Dans les deux premières feuilles, (fig. 19, pl. II), le pétiole grêle, long de 7 à 10 ctm. porte un limbe simplement lobé. Le pétiole est cannelé antérieurement. Dans le limbe, les sinus délimitent un lobe médian large et deux lobes latéraux; chacun de ceux-ci est à son tour échancré, le lobe secondaire inférieur étant ordinairement plus petit que le lobe supérieur. La nervation comprend une nervure médiane qui parcourt le lobe médian; elle envoie à droite et à gauche des nervures secondaires. Chaque moitié du lobe latéral reçoit de même une nervure qui la parcourt dans son milieu et fournit des

nervures secondaires ascendantes. Le réseau des nervures et leurs terminaisons se produisent comme ci-dessus.

Les deux premières feuilles ne diffèrent l'une de l'autre que par la taille, la deuxième feuille étant un peu plus grande.

II. *Feuilles* 3 *à* 5. — Les feuilles 3, 4 et 5 sont plus grandes (fig. 20, pl. II). Elles sont insérées soit sur les pédoncules des tubercules, soit sur les tubercules eux-mêmes. Leur pétiole atteint 12 à 15 centimètres de longueur. Son diamètre est de 2^{mm}. en bas, 1^{mm}, 5 en haut. Les deux échancrures primaires du limbe sont plus profondes que celles de la première forme, mais ne vont pas jusqu'à former des pétiolules. La foliole médiane a une longueur de 9 ctm. sur 3 ctm. de largeur, elle présente de chaque côté de sa pointe, au tiers supérieur environ, un sinus qui détache une dent latérale.

La foliole latérale est divisée à peu près en son milieu par un profond sinus. Le lobe interne ou supérieur présente une pointe terminale et deux dents latérales, le lobe externe présente une pointe terminale et deux dents externes, c'est-à-dire toutes deux placées vers l'extérieur, ou une seule dent externe.

La nervation se rapproche beaucoup de celle de la forme précédente, chacun des cinq grands lobes recevant une nervure primaire qui fournit aux deux moitiés du lobe, des nervures secondaires alternes. Les nervures secondaires qui se dirigent vers les pointes des dents sont plus fortes que les autres. Le réseau des petites nervures et leur mode de terminaison sont les mêmes que chez la plante adulte.

III. *Premières feuilles directement insérées sur le premier tubercule.* — Dans les premières feuilles directement insérées sur le premier tubercule, le pétiole long de 20^{ctm}, a un diamètre de 4^{mm} en bas, de 2^{mm} en haut. Il n'y a pas encore de pétiolules distincts, mais la partition du limbe

s'avance très près de la nervure médiane. (Fig. 21, pl. II.) Le segment médian est large, simple, sans dents ni découpures ; il a 18^{ctm} de long sur 4^{ctm} dans sa plus grande largeur. Chaque segment latéral est lui-même divisé en deux pennes lancéolées par une profonde échancrure qui s'avance presque jusqu'à sa base. Une de ces pennes peut être appelée penne terminale, l'autre penne externe. La nervure médiane de celle-ci s'insère sur la nervure médiane de la penne terminale.

Cette forme peut présenter une légère complication, le pétiole étant un peu plus long et nettement géniculé au niveau du renflement. Le limbe est partagé en trois folioles qui ont chacune un pétiolule. La foliole médiane se compose de deux pennes latérales décurrentes et d'une penne terminale de 33^{ctm} de longueur. Les folioles latérales se composent comme dans le type précédent de deux pennes seulement (fig. 22, pl. II).

IV. *Feuilles moyennes du premier tubercule.* — Dans ces feuilles, le pétiole a une longueur de 50^{ctm} et un diamètre de 12^{mm} en bas, de 5^{mm} en haut. Le pétiole de ces feuilles est rond. Le renflement est situé près de la gaîne, à 1 ou 2^{ctm} au-dessus. La foliole médiane se compose de un à trois paires de pennes et d'une penne terminale. Les plus longues pennes celles de la base, ont 25^{ctm}, les plus courtes 20^{ctm} de long. Les folioles latérales ont deux pennes du côté externe et un ou deux du côté externe, et une penne terminale.

V. *Dernières feuilles du premier tubercule.* — Dans les dernières feuilles du premier tubercule (c'est-à-dire chez des plantes d'une année environ) le pétiole atteint de 0^{m}70, le diamètre étant de 15^{mm} en bas, de 6^{mm} en haut. Le renflement est situé immédiatement au-dessus de la gaîne.

La foliole médiane a un pétiolule de 65^{mm}. Les pennes décurrentes, forment trois ou quatre paires plus ou moins nettement opposées, ou bien toutes celles d'un même côté

sont insérées plus haut que celles de l'autre côté. Dans d'autres cas les trois paires de pennes inférieures sont opposées, tandis que les pennes supérieures d'une même paire insèrent leurs nervures medianes à 2^{ctm} de distance l'une de l'autre. Les pennes de la base sont les plus longues, elles atteignent $0^{m}40$; les trois pennes supérieures sont les plus courtes, elles ont $0^{m}15$.

Dans la foliole latérale, le pétiolule a $0^{m}06$ de long, les pennes latérales externes sont presque toujours insérées plus bas que les latérales internes correspondantes; en outre la penne externe inférieure est un peu plus large que la penne interne correspondante. Cette penne externe présente même parfois à sa base, une division du côté externe ou bien une division de chaque côté, de sorte que la penne devient composée. Les plus longues pennes ont $0^{m}37$ de longueur, ce sont les pennes inférieures des folioles latérales.

Chaque foliole latérale présente ordinairement trois paires de pennes latérales, parfois cinq pennes seulement, dont trois externes et deux internes. La foliole latérale est donc souvent dissymétrique, le côté externe étant plus développé que le côté interne.

VI. *Forme adulte.* — Cette forme est celle que nous avons décrite au début de cette étude.

b. — *Anatomie de la feuille.*

La feuille reçoit de la tige un nombre impair de faisceaux; ce nombre est d'autant plus grand que la feuille est plus développée. Les premières feuilles de la jeune plante reçoivent de la tige trois faisceaux, celles de la plante adulte ont dix-sept faisceaux; on trouve tous les intermédiaires les entre deux cas extrêmes.

Etudions l'agencement des faisceaux dans l'une des plus grandes feuilles d'une plante d'une année. Cette feuille présente à sa base onze faisceaux placés sur un arc régulier

extérieur et que nous pourrons appeler arc postérieur du pétiole. La taille de ces faisceaux décroît régulièrement du faisceau médian aux marginaux. Chacun de ces faisceaux, sauf les deux latéraux extrêmes, fournit par division latérale un lobe libéro-ligneux à sa droite et un à sa gauche, ou l'un des deux seulement. Ces petits faisceaux s'éloignent aussitôt des faisceaux qui les ont produits et se disposent irrégulièrement en avant des gros faisceaux. Les petits faisceaux, que leur position nous permet d'appeler internes, se divisent une ou deux fois et les petites ramifications ainsi formées s'anastomosent entre elles à diverses reprises. Ce n'est que vers le tiers inférieur de la gaîne que les petits faisceaux arrivent à constituer un cercle régulier de faisceaux intérieurs par rapport aux gros faisceaux. Tandis que ceux-ci forment au niveau de la gaîne un arc ouvert en avant, les petits faisceaux forment à ce niveau un cercle complet (fig. 23 pl. II). Les petits faisceaux alternent régulièrement avec les gros faisceaux, ils sont orientés comme eux. Deux ou trois de ces petits faisceaux s'avancent dans la région antérieure du pétiole et montrent naturellement une orientation inverse de celle des faisceaux postérieurs. Comme ces faisceaux viendront assurer la mise en rapport du pétiole principal avec les pétiolules qui en partent, nous devons les regarder comme un arc antérieur qui est ici très développé.

Vers le haut de la gaîne, les faisceaux extrêmes du cercle externe se rapprochent de la région antérieure du pétiole, ils forment alors un cercle complètement fermé. Le nombre des faisceaux du cercle postérieur ou extérieur est ordinairement le même que celui des faisceaux du cercle interne.

Il peut arriver qu'un faisceau du cercle externe passe dans le cercle interne. J'ai observé ce passage pour un faisceau marginal de la gaîne, ce faisceau au point où cesse cette gaîne se place à la région antérieure du pétiole et, devenant de plus en plus petit, prend place dans la rangée interne.

Dans d'autres cas le nombre des faisceaux du cercle interne restant inférieur d'une unité à celui des faisceaux du cercle externe, il se forme un faisceau médian antérieur du pétiole par la réunion de deux petits faisceaux insérés sur les faisceaux marginaux (fig. 24 pl. II). La formation de ce petit faisceau antérieur rappelle celle du faisceau antérieur du pétiole des Dioscorées.

Le pétiole présente dans sa région centrale une lacune longitudinale qui commence vers le haut de la gaîne (fig. 24 pl. II). Ce canal s'élargit graduellement, puis se rétrécit ou même se ferme complètement au niveau du renflement. Au-dessus du renflement, le canal se reforme ou s'élargit (s'il a persisté) jusqu'au sommet du pétiole.

L'épaisseur des tissus du pétiole depuis la lacune centrale jusqu'à l'épiderme diminue graduellement depuis le renflement jusqu'au sommet du pétiole. Nous avons vu que le diamètre total subit la même diminution. Les cannelures de la surface, très-légères, correspondent aux faisceaux du cercle interne. elles sont séparées par des arêtes obtuses situées en arrière des faisceaux du cercle externe.

A l'origine des folioles, le pétiole ne présente pas de renflement et conserve à ce niveau toute sa rigidité. Le canal axial du pétiole se rétrécit brusquement et disparaît complètement en haut du pétiole. La première modification dans la disposition des faisceaux consiste dans l'augmentation du nombre des petits faisceaux intérieurs.

Les nouveaux petits faisceaux proviennent de la division des faisceaux du cercle interne. Quelques-uns d'entre eux proviennent aussi de divisions latérales des faisceaux du cercle externe. La disposition des faisceaux intérieurs devient irrégulière, leur orientation paraît quelconque. Au même niveau le contour des sections prend la forme d'un triangle à sommets arrondis, l'un des sommets étant postérieur, les deux autres latéraux. Sur chacun des côtés du triangle se forme un enfoncement, de sorte que la surface

présente un sillon antérieur et deux sillons latéro-postérieurs (fig. 25 pl. II). Les petits faisceaux intérieurs se disposent suivant une figure en Y dont chaque branche se dirige vers l'un des sillons en question, les trois branches convergeant au centre de la section. Chaque branche de l'Y est formée de deux rangées de petits faisceaux (fig. 25 pl. II). De plus, quelques-uns des petits faisceaux internes gardent la place qu'ils avaient dans le pétiole, en alternance avec les faisceaux du cercle externe.

Un peu plus haut on voit un certain nombre des faisceaux intérieurs, ceux qui se font face dans les branches doubles de l'Y, se réunir par deux ou par trois pour constituer des massifs qui fournissent chacun deux faisceaux (*Au* fig. 26 pl. II). Ceux-ci se rendront l'un dans la foliole médiane, l'autre dans une foliole latérale. Leur anastomose momentanée assure la mise en rapport des folioles entre elles. Il se produit ensuite un brusque écartement des deux files de faisceaux qui composent l'Y et chaque foliole emporte environ le tiers des petits faisceaux (fig. 26 pl. II).

L'arc antérieur du pétiole se trouve représenté dans cette feuille par l'ensemble des petits faisceaux intérieurs, qui s'insèrent sur les faisceaux externes du pétiole. Ces faisceaux sont très nombreux en haut du pétiole. Ils contractent de nombreux rapports entre eux avant de se distribuer aux pétiolules.

Il est bon de noter que ce grand développement de l'arc antérieur se produit chez le *Tacca* en l'absence d'une production ligulaire quelconque.

La foliole médiane reçoit trois faisceaux du cercle externe, le médian et les deux latéraux voisins. Un nombre au moins égal de petits faisceaux du cercle interne alternent avec les premiers. Les faisceaux antérieurs du petiolule sont les petits faisceaux qui occupaient l'angle supérieur de l'Y.

Chaque foliole latérale reçoit comme faisceau médian le troisième faisceau latéral, G_3 et D_3 fig. 26 pl. II, comme pre-

mier faisceau latéral interne le deuxième faisceau latéral du pétiole, et comme faisceaux latéraux externes les deux faisceaux latéraux 4 et 5 du pétiole. Le cercle externe des faisceaux du pétiolule est complété par les faisceaux qui occupaient les angles latéraux de l'Y. Deux ou trois faisceaux intérieurs du pétiole passent directement dans chaque foliole latérale ; ce sont les petits faisceaux qui, dans le pétiole, se trouvaient en avant du troisième faisceau latéral, devenu ici faisceau médian du pétiolule.

Parmi toutes les masses anastomotiques qui se produisent aux dépens des petits faisceaux intérieurs, avant la production des faisceaux des folioles, la plus importante se trouve à la région antérieure en face du sillon antérieur (fig. 25 pl. II). Cette mise en rapport des faisceaux de l'arc antérieur entre eux assure la communication des divers faisceaux de la feuille.

Au moment de la séparation des folioles, il se produit fréquemment entre les deux ou trois petits faisceaux antérieurs d'une même foliole une anastomose momentanée.

Passons maintenant à la foliole médiane. Son pétiolule prend une lacune axiale aussitôt après sa séparation des autres folioles ; cette lacune d'abord très étroite, s'agrandit rapidement. Le pétiolule présente une forme à peu près cylindrique. Sa région antérieure montre un sillon étroit, peu profond, bordé de deux crêtes peu élevées (fig. 27 pl. II), l'une étant souvent plus forte que l'autre. Le pétiolule renferme un cercle externe de faisceaux dont le médian est le plus fort ; les faisceaux latéraux, au nombre de quatre dans chaque moitié, sont d'autant plus faibles qu'ils sont plus éloignés du faisceau médian. On voit en outre plus intérieurement, quatre petits faisceaux régulièrement placés dans le intervalles de cinq faisceaux externes postérieurs (fig. 27 pl. II). Ces quatre petits faisceaux forment un arc intérieur incomplet, par rapport au cercle des faisceaux externes. Dans tout l'étendue du pétiolule, les faisceaux sont mis en rapport

de distance en distance par de petits lobes libéro-ligneux dont le parcours et la distribution ne présentent aucune régularité. Vers le haut du pétiolule, l'un des faisceaux marginaux fournit un petit lobe libéro-ligneux qui se divise en deux petits faisceaux ; chacun de ceux-ci se rend dans l'une des crêtes qui bordent le sillon antérieur (fig. 28 pl. II). Ces crêtes se prolongent à l'extrémité du pétiolule par le limbe de la première paire de folioles. Le petit faisceau que renferme chacune des crêtes (φ *Cr* fig. 28 pl. II), forme la première nervure marginale de la foliole. Plus haut chacun des deux faisceaux marginaux émet une nouvelle petite nervure qui se rendra de même dans la foliole.

En approchant du point d'insertion des nervures de la première paire de pennes (1), on voit d'abord les deux faisceaux marginaux de chaque côte et les deux latéraux voisins se diviser et produire un grand nombre de petits faisceaux. Certains de ces faisceaux s'anastomosent momentanément entre eux, quelques-uns se dirigent vers la région centrale du pétiolule où existe toujours une lacune. De même les petits faisceaux de l'arc intérieur se divisent à ce niveau de sorte que le nombre des faisceaux devient beaucoup plus grand que dans le pétiolule (fig. 29 pl. II).

Au niveau où les nervures médianes des pennes vont se séparer, les petits faisceaux prennent une disposition régulière et l'on voit se dessiner de chaque côté, une courbe jalonnée par l'ensemble des faisceaux qui se rendent à la nervure médiane des deux premières pennes. Les faisceaux latéraux internes de ces nervures médianes s'anastomosent momentanément avec les faisceaux latéraux externes de la nervure médiane primaire de la foliole. D'après ce qui précède, nous voyons que les faisceaux qui fournissent les nervures des deux premières pennes sont les faisceaux laté-

---

(1) Ces nervures sont en réalité des nervures secondaires, puisque le pétiolule est la nervure médiane de la foliole.

raux extrêmes, formés à l'origine de la foliole par le système des faisceaux antérieurs. Le faisceau médian du pétiolule et les deux latéraux voisins ne prennent aucune part à la formation de ces nervures. Les deux premières pennes ont donc leurs faisceaux en relation directe avec les faisceaux de l'arc antérieur.

La lacune axiale persiste dans toute l'étendue de l'insertion de la première paire de pennes, elle ne cesse dans la foliole médiane qu'entre la deuxième et la troisième paires.

L'arc interne des petits faisceaux n'est plus représenté au delà des deux premières pennes que par deux petits faisceaux situés en avant et de chaque côté du faisceau médian. Dans le cercle externe on n'a plus à ce niveau que le faisceau médian et trois faisceaux latéraux de chaque côté. Les deux faisceaux latéraux voisins du médian et le médian lui-même sont des faisceaux qui se prolongent sans anastomose depuis le bas du pétiole (fig. 30 pl. II).

Au niveau de l'insertion de la deuxième paire de pennes, tous les faisceaux latéraux se divisent ; les deux latéraux extrêmes qui occupent la partie antérieure du pétiole fournissent à eux deux six à huit petits faisceaux. Chacun des quatre autres latéraux se divise ensuite en deux faisceaux. Le faisceau latéral droit le plus voisin du médian, D_1 (fig. 30 et 31 pl. II) fournit une branche gauche qui reste dans la nervure médiane principale, tandis que sa branche droite va dans la deuxième penne latérale droite. Le deuxième faisceau latéral droit D_2 fournit une branche importante à la deuxième penne latérale droite. Cette branche deviendra faisceau médian, le reste de ce faisceau D_2g forme un petit faisceau latéral de la nervure médiane principale (fig. 31 pl. II).

Au delà de la deuxième paire de pennes, l'arc interne, représenté par deux petits faisceaux, a disparu. Ce qui en restait s'est rejeté sur les faisceaux latéraux D_2g et G_2d.

La formation des nervures médianes des pennes plus

élevées est analogue à ce que nous venons de décrire pour celles des deux premières pennes. Les nervures médianes de la troisième paire sont fournies par le reste D_1g du faisceau D_1. Tandis que les nervures médianes de la première paire de pennes provenaient de D_3, celles de la troisième paire viennent de D_1.

En fournissant ces nervures aux pennes, la nervure médiane principale s'épuise, et à la base de la foliole terminale, elle ne renferme plus que cinq petits faisceaux, un médian et deux latéraux de chaque côté (fig. 32 pl. II). Les latéraux extrêmes se ramifient pour fournir les petites nervures secondaires de la foliole et s'épuisent. Les latéraux voisins du médian se comportent de même, et à l'extrémité de la foliole terminale, la nervure médiane ne renferme plus qu'un seul faisceau (fig. 33 pl. II).

Dans les pennes latérales, on a généralement cinq faisceaux à la nervure médiane ; ces faisceaux se comportent comme ceux de la foliole terminale.

Les folioles latérales ont la même structure que la foliole médiane. Nous avons vu déjà que ces folioles présentent souvent une penne en plus du côté externe ; dans ce cas, le côté externe du pétiolule est plus fort et l'un de ses faisceaux latéraux est représenté par deux branches. — Dans les folioles latérales, le nombre des faisceaux du pétiolule est souvent inférieur à ce que nous avons vu dans la foliole médiane. On aura par exemple quatre faisceaux latéraux seulement au lieu de cinq, de plus, l'arc intérieur n'est plus représenté que par les deux petits faisceaux les plus voisins du médian. La lacune centrale disparaît après la formation de la première penne ou de la première paire de pennes, tandis que dans la foliole médiane, cette lacune ne cesse qu'entre la deuxième et la troisième paires de pennes. Pour tout le reste, les folioles latérales ont la même structure que la foliole médiane.

c. — *Étude des tissus de la feuille.*

Le pétiole est recouvert d'un épiderme à petites cellules toutes semblables, et d'une cuticule peu épaisse, mais très résistante. Vues de face, ces cellules sont en général un peu allongées parallèlement au pétiole; celles qui se trouvent sur les côtes en face des gros faisceaux du cercle externe sont quatre fois plus longues que larges (fig. 35 pl. II). Cet épiderme porte des stomates distribués assez régulièrement. L'ostiole est allongé parallèlement à l'axe du pétiole.

Sous l'épiderme se trouvent deux à quatre couches de cellules inégales qui laissent entre elles de nombreux méats (fig. 40 pl. II). Les pétioles des très grandes feuilles présentent çà et là, surtout dans leur région inférieure, des éminences irrégulières qui confluent entre elles de manière à former un réseau confus. Ces éminences présentent deux à six couches de collenchyme situées sous l'épiderme.

Le tissu fondamental sous-jacent est formé de grandes cellules séparées par des méats. Ces cellules sont un peu plus petites au voisinage des faisceaux et entre ceux-ci et la surface.

Il n'y a pas de gaîne mécanique reliant les faisceaux entre eux.

Les faisceaux du pétiole sont de deux sortes: les externes très grands, les internes beaucoup plus petits. Tous ces faisceaux ont cependant la même structure. Si nous examinons l'un des gros faisceaux au niveau du renflement inférieur du pétiole, nous voyons qu'il est enveloppé presque complètement, sauf dans sa région antérieure, par une couche très épaisse de fibres mécaniques laissant entre elles de très petits méats triangulaires. Un groupe de cellules épaissies occupe la pointe du faisceau. Le bois le plus ancien du faisceau se compose de trachées dont les premières, plus étroites, sont écrasées de bonne heure. Celles qui persistent sont disséminées, isolées ou par groupes de deux dans une

masse de fibres non durcies. Le reste du bois est formé par des vaisseaux dont le diamètre grandit beaucoup vers l'extérieur. Les quelques vaisseaux formés en dernier lieu sont cependant plus étroits. Tous ces éléments ont des parois lignifiées et durcies, ils sont plongés dans un parenchyme à parois minces ou très peu épaissies. Le liber forme une couche peu épaisse de cellules à parois minces, intercalées entre le bois et le tissu collenchymateux; dans ce liber les cellules grillagées se distinguent des autres éléments par leur plus grand diamètre. La plus grande partie du liber occupe le tiers antérieur du faisceau et forme une masse importante de chaque côté. Ce liber latéral est même plus différencié que celui de la région postérieure du faisceau. Tout le liber garde des parois minces.

Si l'on compare cette structure à celle d'un des faisceaux du cercle externe, pris en dehors de la région renflée, vers le haut du pétiole, par exemple, on voit que le faisceau est moins volumineux; la masse postérieure sclérifiée est moins étendue, elle est formée de cellules durcies, à parois moins brillantes et dont les cavités cellulaires sont très réduites (fig. 40 pl. II). Ce sont des fibres mécaniques et non plus du collenchyme. Le bois forme une masse dont les trachées, en partie détruites, sont dispersées dans des fibres primitives à la partie antérieure du faisceau; trois ou quatre grands vaisseaux occupent la région centrale du faisceau. Les éléments qui relient entre eux les vaisseaux sont durcis et lignifiés, ce qui n'a pas lieu au niveau du renflement. Le liber présente les mêmes particularités qu'au niveau du renflement, les cellules annexes et les cellules grillagées sont surtout bien différenciées dans les deux masses libériennes antéro-latérales (*Ca*, *Cg* fig. 40 pl. II.) Le liber postérieur est formé de cellules moins différenciées dont un certain nombre sont passées à l'état de fibres.

Les faisceaux du cercle interne présentent les mêmes variations de structure que les faisceaux du cercle externe.

Les faisceaux des pétiolules sont plus petits, les éléments mécaniques ont des parois épaissies. Le bois a la forme d'un coin compacte dont les éléments sont tous lignifiés. Le liber est surtout développé latéralement, il paraît même n'être plus représenté que par des éléments durcis dans la région postérieure du faisceau.

Les faisceaux de la nervure principale des folioles et ceux des nervures médianes des pennes ont une structure analogue à celle des faisceaux des pétiolules.

Les nervures tertiaires, c'est-à-dire celles qui sont émises par la nervure médiane des pennes ne renferment plus qu'un seul faisceau. Ces nervures sont fortement saillantes (fig. 41 pl. II) sur la face inférieure de la penne, tandis qu'un sillon les suit sur la face supérieure. L'épiderme du limbe est formé de cellules plus grandes que celles du pétiole et de la hampe florale. La cuticule est très épaisse, particulièrement sur la face postérieure. Le faisceau de la nervure tertiaire (fig. 41 pl. II) présente à sa partie antérieure quelques trachées isolées au milieu de fibres primitives. Les premières trachées sont écrasées. En arrière de ces éléments on trouve des vaisseaux de plus en plus larges formant une masse compacte dans laquelle on ne trouve que quelques rares éléments de parenchyne intercalés entre les vaisseaux. Le liber est formé de petites cellules plus nombreuses sur les côtés du faisceau, c'est à peine si l'on peut distinguer les cellules grillagées par une différence de taille.

Le faisceau n'est pas protégé par des éléments mécaniques.

Entre le faisceau et l'épiderme postérieur, le tissu fondamental est formé de grandes cellules à parois minces avec méats; seules les parois internes des cellules épidermiques et celles du tissu fondamental qui touchent cet épiderme sont un peu épaissies et collenchymateuses. Le tissu fondamental qui se trouve de chaque côté et en avant du faisceau se compose de cellules beaucoup plus petites (fig. 41 pl. II). Tout le tissu fondamental avoisinant le faisceau est dense, à méats très petits.

Près de leur terminaison, ces nervures tertiaires deviennent plus grêles, leur bois est formé par des éléments à peu près aussi nombreux, mais plus petits, tous lignifiés. Le liber se compose de petites cellules égales. En arrière du faisceau, entre celui-ci et l'épiderme postérieur, on n'a plus que deux ou trois couches de tissu fondamental, une seule couche en avant, entre le faisceau et l'épiderme antérieur.

Les nervures grêles de quatrième et de cinquième ordre, qui forment le réseau du limbe, renferment un petit faisceau dont le bois est composé de deux ou trois trachées (fig. 38 pl. II) ; les cellules libériennes, petites et égales entre elles, forment une masse en arrière du bois.

Les nervures les plus grêles se terminent en pointe libre, elles sont formées de quatre ou cinq trachées courtes et étroites, le liber n'est plus reconnaissable à ce niveau (fig. 39 pl. II).

Le parenchyme du limbe, dans les régions où il n'y a pas de nervures, est formé de cinq couches de cellules plus ou moins allongées (fig. 38 et 39 pl. II), séparées par de nombreux méats. Ces méats communiquent avec l'extérieur par les orifices des stomates placés sur l'épiderme postérieur. Autour des nervures le parenchyme est plus dense. Le parenchyme lacuneux est séparé de l'épiderme antérieur par une couche de cellules un peu allongées perpendiculairement à la surface ; ces cellules représentent le parenchyme en palissade qui est ici peu différencié (*Pal* fig. 38 et 39 pl. II).

Vers le bord du limbe, le parenchyme en palissade est encore moins net (fig. 34 pl. II), le parenchyme lacuneux n'est plus représenté que par trois couches, puis par deux couches plus près du bord ; enfin tout au bord du limbe les deux épidermes sont séparés par six à huit cellules, un peu épaissies, disposées en trois couches. Ces cellules contribuent à augmenter la résistance de cette région (fig. 34 pl. II), elles sont intimement unies, il n'y a pas de

méats entre elles. Les cellules épidermiques qui occupent le bord de la feuille sont plus hautes que partout ailleurs, leur cuticule est aussi plus forte.

L'épiderme antérieur (fig. 36 pl. II) se compose de grandes cellules à parois latérales sinueuses, il n'y a pas de stomates.

L'épiderme postérieur est composé de cellules également sinueuses entre lesquelles sont intercalés de nombreux stomates (fig. 37 pl. II) sans cellules annexes. Les cellules de cet épiderme qui suivent le parcours de nervures ont des côtés moins sinueux et sont allongées dans le sens de ces nervures (fig. 37 pl. II).

Les jeunes feuilles encore enfermées dans le bourgeon présentent des poils à leur surface tandis qu'on n'en trouve plus à l'âge adulte. Ces poils rappellent ceux de l'*Ataccia cristata*. Ils se composent d'une file de cellules dans laquelle les éléments situés au milieu sont recloisonnés suivant leur longueur (fig. 42 pl. II).

d. — *Structure des diverses formes de feuilles.*

L'étude qui précède se rapporte à la feuille produite par une plante âgée d'une année.

La structure des feuilles plus jeunes est beaucoup plus simple. Les variations portent principalement sur le nombre des faisceaux que la feuille reçoit de la tige, sur le nombre des faisceaux du cercle interne du pétiole, sur les rapports de ces faisceaux avec ceux des nervures et sur le plus ou moins grand développement de l'arc antérieur. La nervation du limbe et la structure du parenchyme sont à peu près les mêmes dans toutes les feuilles.

Prenons d'abord la *feuille moyenne produite par le premier tubercule.*

Rappelons que dans cette feuille, la foliole médiane se compose d'une penne terminale et de deux latérales ; chaque foliole latérale comprend une penne terminale, une

penne interne et deux pennes externes. Cette feuille reçoit de la tige neuf faisceaux, un médian et quatre latéraux de chaque côté. Le système des petits faisceaux intérieurs se constitue comme dans la feuille type. Les faisceaux latéraux extrêmes se divisent chacun en deux faisceaux égaux qui restent dans le cercle externe, ce qui porte à cinq le nombre des faisceaux latéraux de chaque côté. Le nombre des faisceaux internes est inférieur de deux ou trois à celui des faisceaux du cercle externe, les premiers manquants sont les faisceaux antérieurs (fig. 43 pl. II). L'arc antérieur est donc ici réduit et ne comprend que sept ou huit petits faisceaux.

La lacune centrale existe sur toute la longueur du pétiole. A son extrémité supérieure, le cercle interne des petits faisceaux se complète par la formation de petits lobes émis par les gros faisceaux antérieurs du cercle externe. Les petits faisceaux internes deviennent plus nombreux par la division de quelques-uns d'entre eux et par l'adjonction de nouveaux faisceaux détachés des gros faisceaux externes. Certains faisceaux externes eux-mêmes se divisent en deux parties égales, ce sont de chaque côté les faisceaux 1, 2 et 5. Les deux lobes voisins D_5d et G_5g, s'anastomosent entre eux sur la ligne médiane, puis se séparent de nouveau pour se rendre chacun dans une foliole latérale (fig. 44 pl. II).

Les quatre branches D_1d, D_1g, G_1d, G_1g forment les quatre faisceaux latéraux les plus voisins du médian dans la foliole médiane. L'une des deux branches du faisceau 2 reste libre, et forme un faisceau latéral interne d'une foliole latérale, tandis que l'autre s'accole au faisceau 3. Le faisceau 4 ne se divise pas. Les deux branches du faisceau 5 servent de nervures latérales externes aux folioles latérales. Les autres faisceaux des nervures des folioles sont formés par les petits faisceaux du cercle interne (fig. 44 et 45 pl. II).

Seul le pétiolule de la foliole médiane présente encore un ou trois petits faisceaux représentant le cercle interne.

La nervure médiane de la foliole médiane est le faisceau médian. La nervure des folioles latérales est le faisceau latéral 4 non divisé.

Dans les *premières feuilles produites par le premier tubercule* (fig. 21 pl. II), nous savons que la foliole médiane est simple, chacune des folioles latérales se compose d'une penne externe et d'une penne terminale. Cette feuille reçoit de la tige sept faisceaux. Ceux-ci se ramifient à la base de la gaine pour fournir de petits faisceaux qui s'intercalent entre les autres et représentent les petits faisceaux intérieurs des feuilles plus fortes. Mais ici ces petits faisceaux ne persistent pas au delà de la gaîne, ils s'épuisent en fournissant des ramifications qui se jettent sur les gros faisceaux avec lesquels ils se réunissent, de sorte qu'à la base du pétiole proprement dit, on a seulement sept faisceaux sur un seul rang. Une lacune centrale apparaît vers le haut de la gaîne et se continue jusqu'au renflement, elle s'interrompt à ce niveau pour se reformer au delà, puis elle disparaît complètement sous l'origine des folioles. Dès la base du pétiole on voit se former un petit faisceau antérieur par la réunion sur la ligne médiane de deux petits lobes émis par les deux faisceaux latéraux extrêmes (fig. 46 pl. II). Sur toute l'étendue du pétiole, on voit apparaître de distance en distance de petits faisceaux insérés sur l'un des faisceaux du pétiole, ces faisceaux ne tardent pas à se réunir à l'un des faisceaux du cercle externe.

Vers le haut du pétiole on voit de nouveau se former de petits faisceaux émis latéralement par les faisceaux externes. Ils forment un cercle irrégulier de faisceaux intérieurs. Le faisceau médian fournit de chaque côté un de ces faisceaux.

En haut du pétiole, le faisceau antérieur s'élargit et se divise en trois massifs, un médian et deux latéraux. Chacun de ces massifs se divise de nouveau en deux petits

faisceaux, de sorte qu'on a six, ou même quelquefois sept faisceaux provenant du faisceau antérieur du pétiole, (*Aa* fig. 47 pl. II). Le petit faisceau médian antérieur et les petits faisceaux internes représentent dans ce pétiole l'arc antérieur déjà très réduit. Cet arc antérieur est surtout représenté par le petit faisceau antérieur qui s'élargit et se divise en haut du pétiole.

Un peu plus haut le faisceau latéral 1 se divise en deux branches, dont l'une sera le premier faisceau latéral de la foliole médiane. Les petits faisceaux intérieurs se comportent comme dans les grandes feuilles. Devenus plus nombreux, ils se mettent en rapport deux à deux avant de se rendre dans leurs folioles respectives. Les faisceaux latéraux 2 et 3 ne se divisent plus, le faisceau 3 forme la nervure médiane de la foliole latérale (D_3 fig. 48 pl. II) ; le faisceau 2 forme le premier faisceau latéral interne de cette foliole. La première nervure latérale externe est formée par la plus forte branche du faisceau antérieur (fig. 48 pl. II).

Les feuilles 3 *à* 5 *de la jeune plante* (fig. 20 pl. II) reçoivent de la tige trois faisceaux. Les deux latéraux se divisent chacun en deux, de sorte qu'on a en tout cinq faisceaux.

Le faisceau latéral droit se divise souvent avant le latéral gauche. Il se forme un faisceau antérieur opposé au médian par la réunion de deux petits faisceaux insérés sur les latéraux extrêmes (*Aa* fig. 49, pl. II). Ce faisceau est le seul reste de l'arc antérieur.

Il ne se forme pas dans cette feuille de faisceaux internes.

En haut du pétiole, le petit faisceau antérieur se divise en deux faisceaux qui s'écartent l'un de l'autre pour se rapprocher des faisceaux latéraux. Le faisceau médian se divise en trois branches : une médiane, une gauche et une droite. Chacune des branches fournit un petit lobe libéroligneux qui se dirige vers la partie antérieure du pétiole et s'anastomose avec un petit faisceau fourni par la moitié

correspondante du faisceau antérieur (fig. 50, pl. II). Le faisceau qui résulte de cette réunion se divisera plus haut en deux autres faisceaux dont l'un ira dans la foliole médiane, l'autre dans la foliole latérale.

Le faisceau latéral 1 s'est aussi divisé en deux faisceaux, celui qui est le plus rapproché du faisceau médian se réunit temporairement à la branche latérale fournie du même côté par le médian. Plus haut en effet il reprend son autonomie

La nervure médiane de la foliole médiane reçoit cinq faisceaux : Un médian, deux autres faisceaux issus de ce médian, puis enfin deux autres plus externes formés en partie par le médian et par le faisceau antérieur.

Chaque foliole latérale possède aussi cinq faisceaux dont un médian qui est le faisceau latéral 2 non divisé; du côté interne on a deux nervures formées par le premier faisceau latéral. L'une d'elles s'anastomose momentanément avec le faisceau correspondant de la foliole médiane. Du côté externe les faisceaux latéraux représentent, l'un la moitié du faisceau antérieur et l'autre la moitié du faisceau qui provient de la réunion de la branche produite par l'union d'un lobe du faisceau antérieur avec un lobe du faisceau médian (fig. 51, pl. II).

Cette feuille ressemble beaucoup à celle d'une Dioscorée à feuille composée; elle est un peu moins complexe que celle de l'*Helmia hirsuta*. La section du pétiole ressemble d'ailleurs beaucoup à ce que nous avons vu chez les Dioscorées. La division de l'unique faisceau latéral en deux faisceaux pour fournir les deux faisceaux latéraux du pétiole se retrouve chez les Dioscorées. Le premier faisceau latéral qui résulte de cette division, et que nous avons appelé faisceau intermédiaire chez les Dioscorées, reçoit dans certaines feuilles un rameau du médian. Dans ce cas il y a identité absolue dans le mode de formation, dans le nombre et dans la distribution des faisceaux du pétiole. Il en est de même de la formation du faisceau antérieur qui représente

l'arc antérieur des Dioscorées. Ce faisceau se comporte à l'origine des folioles comme l'arc antérieur des Dioscorées à feuilles composées. Chaque pétiolule des feuilles composées des Dioscorées reçoit de même plusieurs faisceaux dont les latéraux extrêmes sont insérés sur l'arc antérieur ; il en est de même chez le *Tacca* dans les feuilles 3 à 5 de la jeune plante.

Si la feuille, tout en rentrant dans le même type, est un peu plus petite, le faisceau antérieur pourra ne pas être représenté. La nervure médiane de la foliole médiane aura seulement trois faisceaux et les nervures des folioles latérales quatre faisceaux : deux petits et deux plus forts (fig. 52, pl. II). Si l'on suit la nervure d'une foliole latérale, on la voit se diviser en deux nervures qui comportent chacune un faisceau fort et un faisceau faible : mais presque aussitôt le gros faisceau fournit du côté opposé au faisceau faible un petit faisceau, ce qui donne à chaque nervure trois faisceaux. Les deux nervures ainsi formées sont les nervures médianes des deux parties de la foliole latérale (voir fig. 20, pl. II).

La première feuille de la plante reçoit de la tige trois faisceaux. Les deux latéraux se divisent chacun en deux, et l'on a cinq faisceaux sur toute la longueur du pétiole. Il n'y a pas de faisceau antérieur.

En haut du pétiole le faisceau médian fournit une petite branche à droite, *Md*, et une autre à gauche : chacune de celles-ci va se réunir momentanément à une branche issue de l'intermédiaire, puis s'en sépare bientôt, de sorte que la nervure médiane du lobe médian a cinq faisceaux.

Le faisceau médian de la nervure médiane du lobe latéral est la branche externe du faisceau intermédiaire. Ce faisceau médian se divise et donne un cordon latéral interne, le faisceau latéral interne. Du côté externe, on a un seul faisceau, le latéral tout entier (fig. 53, pl. II). A la base du lobe cette nervure se bifurque, la branche interne emporte les

deux faisceaux issus de l'intermédiaire, la nervure externe emporte le faisceau latéral. Ce dernier émet immédiatement deux petits faisceaux pour former une nervure trifasciculée. Les nervures ainsi formées sont les nervures médianes des lobes secondaires découpés dans le lobe latéral.

§ 4. — La Hampe florale.

Nous avons vu antérieurement que cette hampe provient du développement d'un bourgeon oppositifolié.

Cette hampe est cylindrique; son diamètre, de 2 centimètres à la base, diminue graduellement vers le haut où il est réduit de moitié. La longueur de la hampe varie chez la plante adulte entre $1^m,20$ et $1^m,50$. Elle présente de très légères cannelures longitudinales, sa région centrale est creusée d'un canal qui atteint la moitié du diamètre total. Ce canal se rétrécit graduellement vers le haut où son diamètre n'est plus sous l'involucre que le $\frac{1}{5}$ du diamètre total. Il ne commence que 5 à 10 centimètres au-dessus de l'insertion de la hampe.

La section transversale de la hampe montre un épiderme revêtu d'une cuticule peu épaisse, mais encore plus résistante que celle du pétiole. Cet épiderme est formé de cellules inégales de forme variable, entremêlées de rares stomates (fig. 56, pl. II). Sous l'épiderme on voit six à huit couches de cellules avec nombreux méats. On rencontre ces méats jusque sous l'épiderme même. Les deux ou trois premières couches des cellules sous-épidermiques sont plus petites que les cellules sous-jacentes. Les parois de ces cellules restent minces : leur longueur est à peu près triple de leur diamètre.

Plus intérieurement on rencontre une bande épaisse de tissu mécanique. Les cellules de ce tissu sont fortement épaissies. Elles laissent entre elles des méats triangulaires. Les cellules sont allongées et terminées en biseau à leurs deux extrémités. Cette gaîne (*Gm* fig. 54, pl. II), qui ne se

compose que de cinq couches de cellules dans l'intervalle des faisceaux, devient beaucoup plus épaisse et ses cellules sont plus petites en arrière des gros faisceaux de la hampe.

Ces gros faisceaux forment un cercle régulier et sont adossés à la gaine (*ge* fig. 54, pl. II). D'autres faisceaux plus petits et plus nombreux forment un cercle plus intérieur, moins régulier (*gi*). On trouve toujours en outre quelques petits faisceaux occupant des positions variables entre les deux rangs principaux. Les faisceaux du cercle interne sont placés à égale distance des gros faisceaux et de la paroi du canal central (fig. 54, pl. II).

Les cellules du tissu fondamental interne sont grandes, leurs parois restent minces, les lacunes qui les séparent sont peu étendues.

Les gros faisceaux externes touchent, comme nous l'avons vu, la gaîne mécanique, ils sont même protégés latéralement par un coin de tissu mécanique en continuité avec la gaîne. La pointe du faisceau est aussi protégée par un groupe de fibres épaissies. Les trachées sont situées au milieu d'un îlot de fibres primitives : les plus antérieures sont écrasées, leur place n'est généralement indiquée que par des lacunes. Elles sont presque toujours disposées en deux ou trois bandes qui se continuent vers l'extérieur par les vaisseaux ligneux. Le diamètre de ces vaisseaux augmente vers l'extérieur. Ils sont rayés ou ponctués, et reliés par des cellules à parois minces ou très peu épaissies de parenchyme ligneux. Le liber forme un arc continu ou discontinu qui borde le bois dans sa moitié postérieure. Il est surtout bien développé et bien caractérisé sur les côtés du faisceau où l'on voit huit à dix grandes cellules grillagées, entremêlées de nombreuses cellules annexes. Dans la région postérieure du faisceau, le liber est moins abondant, les cellules grillagées sont plus petites et ne se distinguent plus aussi facilement des cellules annexes.

Les petits faisceaux du cercle interne présentent un îlot

postérieur de tissu mécanique (fig. 55 pl. II) qui touche le liber. Ces faisceaux ne touchent pas la gaîne mécanique. La partie antérieure du faisceau est formée par des fibres primitives ; les trachées, au lieu d'être dispersées comme dans les gros faisceaux extérieurs, forment un coin continu. Le bois forme de même une masse dense dont les éléments sont tous épaissis, les vaisseaux sont beaucoup plus petits que dans les gros faisceaux. Le liber présente les mêmes caractères que celui des gros faisceaux. La distinction entre les cellules grillagées et le reste du liber est très accusée (*Ca* et *Cg* fig. 55 pl. II).

En plus de ces deux ordres de faisceaux, on voit encore dans la hampe florale d'autres faisceaux grêles dont l'orientation est inverse de celle des gros faisceaux, auxquels ils sont opposés pointe à pointe (*φr* fig. 54 pl. II), leurs trachées étant situées dans leur portion extérieure et leur liber dans la région la plus voisine du centre de la tige. Le bois de ces faisceaux est formé d'un petit nombre de trachées et de quelques petits vaisseaux intimement unis, sans intercalation de parenchyme. Le liber y est représenté par une masse relativement plus importante que le bois, dans laquelle on distingue de grandes cellules grillagées. Le faisceau est bordé vers l'intérieur de la hampe par une bande formée d'une seule couche de cellules épaissies.

Ces faisceaux à orientation inverse, sont des lobes issus latéralement des gros faisceaux et qui, avant de s'éloigner définitivement de ceux-ci, tournent autour de leur axe de façon à prendre une orientation inverse de celle des faisceaux normaux. Plus haut ces faisceaux s'éloignent des gros faisceaux externes et vont s'accoler à d'autres faisceaux du cercle externe ou du cercle interne. Dans ce parcours, ils tournent de nouveau autour de leur axe pour reprendre une orientation normale avant de se réunir à un autre faisceau. Un seul de ces petits faisceaux peut parcourir un arc assez considérable de la circonférence de la hampe,

entrant successivement en rapport avec la région antérieure des faisceaux près desquels il passe. C'est surtout dans la région moyenne des fortes hampes florales que l'on rencontre des faisceaux de cette nature.

Tout en haut de la hampe, à peu de distance de l'involucre, les faisceaux deviennent beaucoup plus nombreux (fig. 2 pl. III). Les nouveaux faisceaux proviennent de la division des faisceaux des deux cercles. Un certain nombre des faisceaux de ce niveau ont une orientation inverse, d'autres ont une valeur anastomotique ; il n'y a plus pour ces faisceaux d'arrangement régulier.

L'insertion des bractées de l'involucre, des filaments stériles et des pédoncules floraux est semblable à ce que nous verrons chez l'*Ataccia cristata*.

Le contour des pédoncules floraux est irrégulier, triangulaire ou quadrangulaire. Souvent trois saillies correspondent aux trois plus gros faisceaux ; avec ceux-ci alternent trois petits faisceaux plus intérieurs. Une gaîne, formée d'un ou deux rangs de cellules épaissies, sépare le tissu fondamental interne du tissu fondamental externe. Les faisceaux du cercle externe sont placés très près de cette gaîne. Les trois petits faisceaux intérieurs sont souvent de tailles différentes, l'un d'entre eux peut même être aussi développé que les faisceaux externes (fig. 3 pl. III).

La section d'un filament stérile (fig. 4 pl. III) de l'inflorescence est vaguement quadrangulaire : la surface antérieure est concave, la surface postérieure est convexe. Elle est symétrique par rapport à une ligne médiane passant par le faisceau le plus volumineux. Le faisceau médian est orienté comme un faisceau foliaire, il fait partie d'un arc externe de faisceaux dans lequel chaque moitié comprend à partir du faisceau médian : 1° un très petit faisceau, 2° un gros faisceau presque aussi fort que le faisceau médian, 3° deux ou trois petits faisceaux marginaux (fig. 4 pl. III). Tous ces faisceaux sont orientés comme

les faisceaux de l'arc postérieur de la feuille. A la partie antérieure du filament, on trouve trois ou cinq petits faisceaux qui ont la valeur des masses anastomotiques, ils représentent chacun deux petits faisceaux soudés par leurs pointes ou latéralement. Entre cet arc antérieur et l'arc externe des faisceaux, se trouvent deux ou trois petits faisceaux orientés comme ceux de l'arc externe.

§ 5. — La Racine.

Les racines de *Tacca* ont des diamètres variant entre 1 et 3^{mm}. Les racines grêles se trouvent chez les plantes jeunes ou comme ramifications des fortes racines des plantes adultes.

Les racines grêles sont ramifiées beaucoup plus que les grosses racines.

La section transversale d'une forte racine de *Tacca* présente un faisceau qui occupe à peu près le $\frac{1}{5}$ du diamètre total (fig. 7 pl. III). La région extérieure au faisceau est donc très épaisse. Elle se compose d'une assise pilifère *Ap*, d'une assise subéreuse *S*, puis de trois ou quatre couches de cellules ne présentant entre elles que de très petits méats, c'est le tissu fondamental externe *Tf*. Vient ensuite une couche épaisse de liège interne *Lgi;* les cellules de ce liège sont pour la plupart arrondies et laissent entre elles des méats assez grands dans sa région extérieure. Il n'y a pas de lacunes radiales (fig. 6 pl. III).

La gaîne protectrice (*Gp* fig. 5 pl. III) est formée d'une assise de cellules dont les parois latérales et internes sont épaissies, la face interne étant plus épaissie que les parois latérales (fig. 5 pl. III). L'assise rhizogène se compose de cellules de même taille que celles de la gaîne, avec lesquelles elles alternent assez régulièrement. Chaque pôle débute par plusieurs trachées qui touchent les cellules de l'assise rhizogène. En s'avançant vers le centre on voit des vais-

seaux ligneux de plus en plus grands entourés de fibres. Les plus grands vaisseaux se trouvent dans la région centrale. Entre les lames ligneuses voisines, et dans la région centrale entre les gros vaisseaux voisins, se trouvent des fibres primitives non durcies. Le liber forme des massifs intercalés entre les pôles ligneux voisins, il est localisé à la périphérie du faisceau. Dans chaque groupe libérien, on trouve des éléments de petit calibre vers la périphérie du faisceau et quelques grandes cellules grillagées dans la partie la plus interne du groupe (fig. 5 pl. III).

Dans les fortes racines, le nombre des pôles du faisceau varie de dix à treize, dans les racines grêles on trouve six ou sept pôles. La première racine n'a que deux pôles (fig. 17 pl. I). En prenant des racines formées à une époque plus avancée du développement de la plante on a toutes les transitions jusqu'à la racine adulte. La structure de ces racines plus grêles ne présente rien de remarquable.

Le point de végétation de la racine est coiffé d'une pilorhize épaisse. On suit facilement la limite entre l'assise pilifère et la pilorhize jusque près du sommet de la racine. Mais il n'y a pas d'initiales spéciales pour la pilorhize. Le point de végétation de la racine du *Tacca pinnatifida* a d'ailleurs la même structure que celui de la racine de l'*Ataccia cristata* représenté fig. 28 pl. IV.

CHAPITRE SECOND.

ATACCIA CRISTATA *KUNTH.*

§ 1. — Extérieur de la Plante.

L'*Ataccia cristata* Kunth est une plante de serre chaude, originaire de Singapore, dont la tige dressée peut atteindre un diamètre de 3 à 4 centimètres. La région inférieure de cette tige est souterraine, couverte de racines et de débris de gaînes foliaires. La région supérieure est aérienne, elle porte de nombreuses feuilles et des hampes florales (fig. 8 pl. III), elle s'allonge indéfiniment. Les racines s'insèrent aussi en grand nombre sur cette partie aérienne de la tige, elles y paraissent disposées sans ordre, semblant parfois sortir des gaînes des feuilles, bien que leur insertion se fasse toujours sur la tige même.

La feuille présente à son aisselle un bourgeon. Si la plante est suffisamment forte, la tige fournit en un point diamétralement opposé au bourgeon axillaire, un second bourgeon qui se développera en une hampe florale.

Les feuilles ont une nervation pennée au premier degré, elles sont engaînantes, insérées sur la circonférence entière de la tige. Le limbe et la gaîne sont réunis par un pétiole distinct dont la face antérieure est creusée d'une profonde rainure.

La tige existe chez l'*Ataccia*, mais ses entrenœuds sont très courts. Les racines sont très ramifiées, elles rappellent celles des Dioscorées.

L'*Ataccia cristata* ne présente pas de tubercules. L'amidon

qui sert de réserve à la plante, s'accumule dans les tissus de la tige.

La hampe florale est nue depuis sa base jusque près de son extrémité supérieure où s'insèrent deux larges bractées opposées, l'une dorsale, l'autre ventrale. Un peu au-dessus et en avant de la bractée dorsale s'insèrent deux autres bractées ou bractéoles, l'une à droite, l'autre à gauche. De longs filaments pendants sont insérés en avant des bractéoles et de la bractée ventrale. Enfin les pédoncules floraux s'insèrent dans la région centrale, ils forment une rangée dorsale et une rangée ventrale qui alternent entre elles.

§ 2. — Anatomie de la Tige.

La tige aérienne et la tige souterraine ont la même structure, la partie souterraine n'est d'ailleurs que la région inférieure enterrée de la tige aérienne, les deux portions sont dans le prolongement direct l'une de l'autre.

Une section transversale de la tige montre une région corticale très épaisse nettement séparée par une gaîne de la portion interne (fig. 9 pl. III). Elle occupe environ la moitié du rayon. Dans le tissu fondamental intérieur à la gaîne on compte un très grand nombre (100 à 300) de petits faisceaux qui, au premier abord, paraissent disposés sans ordre ; les faisceaux plus voisins du centre sont les plus volumineux, tandis que ceux de la périphérie sont très grêles.

Toutes les cellules du tissu fondamental sont remplies d'amidon, il n'y a d'exception que pour un certain nombre de cellules de la région centrale et de la zône corticale interne qui renferment de l'oxalate de chaux en raphides, le contenu gommeux transparent de ces glandes tranche nettement sur le contenu amylacé de cellules voisines.

La région corticale renferme des faisceaux foliaires. Devant certains d'entre eux on remarque d'autres faisceaux

réunis en groupes, ce sont les branches d'insertion des faisceaux des bourgeons axillaires (fig. 9 pl. III, petits faisceaux en avant de G_1n, Mn, D_1n).

Chaque feuille reçoit de la tige de 9 à 15 faisceaux. Le cycle est presque constamment de $\frac{2}{5}$ sénestre ; les écarts sont toujours très faibles.

Les faisceaux de la tige d'*Ataccia cristata* paraissent en section transversale très diversement conformés. Ceux qui occupent la périphérie de la tige sont simples, formés d'une masse ligneuse et d'une masse libérienne, le bois étant intérieur par rapport au liber ; je désignerai ces faisceaux sous le nom de *périphériques* (fig. 10 pl. III). D'autres faisceaux, placés plus près du centre, paraissent doubles, ils sont formés de deux masses libéro-ligneuses se regardant par leur liber, le faisceau intérieur est normalement orienté, l'autre a une orientation inverse (fig. 36 pl. III). Ces massifs représentent des faisceaux unipolaires en voie de division, le faisceau antérieur sortant comme faisceau foliaire latéral, le faisceau postérieur restant dans la tige et contribuant à la réparation des traces sortantes. D'autres massifs placés plus près encore du centre, de la tige représentent un groupe de trois à cinq masses libéro-ligneuses plus ou moins indépendantes, chaque masse tournant son liber vers l'intérieur du groupe. Nous verrons plus loin que ces massifs résultent de la réunion de plusieurs faisceaux unipolaires périphériques, ils peuvent être considérés comme de grandes *anastomoses* ; le faisceau antérieur de chaque groupe est un faisceau foliaire (1), les autres sont des faisceaux qui restent dans la périphérie de la tige au moment où le faisceau foliaire se rend dans la région corticale. Les petits faisceaux qui viennent ainsi dans la région périphérique du tissu fondamental interne ont la structure des petits faisceaux périphériques. Nous appellerons *massifs sortants* les groupements

(1) Médian ou voisin du médian.

complexes composés d'un faisceau sortant antérieur et de plusieurs lobes latéro-postérieurs restant dans la tige.

Pour nous rendre compte du parcours des faisceaux, étudions successivement la marche du faisceau foliaire médian et des foliaires latéraux des divers ordres. Soit d'abord le faisceau médian de la feuille $(n+6)$ que je désigne par $M(n+6)$ (1). Si, pour faciliter notre étude, nous suivons ce faisceau en descendant depuis la cicatrice foliaire, nous le voyons rester simple tout le temps qu'il séjourne dans l'écorce et dans la périphérie du tissu fondamental interne.

Nous pourrons, pour montrer les rapports d'un faisceau donné aux divers niveaux de sa course, reproduire les sections qui le coupent à ces niveaux ; ou bien, pour ne pas multiplier le nombre des sections représentées, montrer sur une section donnée les coupes des faisceaux homologues du faisceau étudié, coupes qui représenteront les sections du faisceau choisi en des points déterminés de sa course.

Le faisceau médian, comme les autres faisceaux d'une feuille donnée n, parcourt l'entrenœud n dans la région corticale. Dans son trajet à travers le tissu fondamental externe, le faisceau médian est accompagné d'autres petits faisceaux avec lesquels il jalonne une courbe fermée, dans laquelle chaque massif tourne son bois en dedans et son liber en dehors (fig. 11, pl. III). Le faisceau foliaire occupe

---

(1) La notation employée ici est la suivante: les feuilles successives sont désignées par ..... $(n-2)$, $(n-1)$, n, $(n+1)$, $(n+2)$.....; les faisceaux médians de ces feuilles sont désignés par.... $M(n-2)$, $M(n-1)$, Mn, $M(n+1)$, $M(n+2)$.....; les faisceaux latéraux de gauche sont désignés par la lettre G suivie d'un chiffre qui indique le rang du faisceau; le faisceau latéral placé immédiatement à la gauche du médian s'appelle $G1$, celui qui vient apres $G\,2$, et ainsi de suite. On aura ainsi $G_1\,(n+1)$, $G_2\,(n+1)$..... pour les faisceaux latéraux gauches de la feuille $(n+1)$. De même on désignera par $D_1\,(n+1)$, $D_2\,(n+1)$, $D_3\,(n+1)$..... les faisceaux latéraux droits de la même feuille. Si, en suivant un faisceau foliaire donné $G_2\,(n+1)$ vers le bas, on le voit se diviser en deux branches, celles-ci seront désignées par $G_2\,(n+1)\,d$, $G_2\,(n+1)g$; si $G_2\,(n+1)\,d$ se divise à son tour, on aura de même $G_2\,(n+1)dd$, $G_2\,(n+1)\,dg$.

dans ce groupe la région la plus extérieure. Les petits faisceaux qui forment le reste du groupe viennent du bourgeon axillaire. Lorsque le groupe arrive tout près de la gaîne, celle-ci s'interrompt en ce point ; les deux ou quatre petits faisceaux les plus voisins du faisceau foliaire se rapprochent de celui-ci et s'anastomosent avec lui (fig. 12 à 14, pl. III) de sorte que le groupe ne comprend plus qu'un gros faisceau postérieur, le faisceau foliaire, et quatre ou cinq petits faisceaux antérieurs.

Lorsque le groupe franchit la gaîne pour arriver dans la zône périphérique, les petits faisceaux antérieurs s'écartent; les uns vont à droite, les autres à gauche, ils restent dans la zône périphérique de la tige (fig. 15 et 16, pl. III), où ils s'anastomosent plus ou moins rapidement avec d'autres faisceaux de cette région. On peut voir assez souvent un faisceau de racine s'insérer sur les petits faisceaux provenant d'un bourgeon axillaire et sur les petits faisceaux voisins (fig. 17, pl. III).

Plus bas, le faisceau $M(n+6)$ continue de s'avancer vers le centre de la tige : lorsqu'il a parcouru à peu près le quart du rayon, on voit deux ou trois masses libéro-ligneuses se joindre à lui pour former un groupe qui continue à s'avancer vers le centre (faisceaux α, β, γ fig. 18 pl. III) (1). Dans le groupe ainsi formé, chaque faisceau s'oriente de manière à tourner son bois vers l'intérieur du groupe ; le faisceau foliaire normalement orienté occupe la région antérieure (fig. 19, pl. III).

Plus bas, le faisceau foliaire se divise en deux masses $M(n+6)g$ et $M(n+6)d$. En même temps les faisceaux qui l'accompagnent s'arrangent en deux groupes (fig. 21, pl. III). Dans chaque groupe les petits faisceaux tournent leur liber en dedans, leur bois en dehors (fig. 22, pl. III). Les massifs

(1) Ces petits faisceaux occupaient plus haut une région séparée de la gaîne par une rangée au moins d'autres petits faisceaux périphériques (fig. 17, pl. III.)

$M(n+6)g$ et $M(n+6)d$ s'écartent rapidement l'un de l'autre et regagnent la périphérie du système des faisceaux en décrivant une courbe plus ou moins gauche. Dans cette partie de son trajet, chaque groupe $M(n+6)g$ et $M(n+6)d$ subit une nouvelle division radiale. On a donc finalement quatre groupes composés chacun de deux faisceaux opposés par leurs masses libériennes, les masses ligneuses étant l'une antérieure, l'autre postérieure (fig. 24, pl. III).

Un peu plus bas, chaque groupe anastomotique se transforme en un faisceau simple par la rotation du faisceau postérieur qui vient accoler son bois sur l'un des bords du faisceau antérieur normalement orienté (fig. 25 à 27, pl. III). Ces faisceaux simples descendent alors verticalement dans la région subpériphérique du système des faisceaux et s'anastomosent avec les faisceaux de cette région. Beaucoup plus bas on voit certains d'entre eux quitter la périphérie de la tige et s'avancer de nouveau vers le centre de figure, en suivant chacun un faisceau foliaire qui, à ce niveau, rentre dans la tige. Ces terminaisons inférieures des massifs M se rattachent donc aux faisceaux périphériques ou se jettent dans des anastomoses analogues à celle que nous avons vue formée par le système sortant $M(n+6)$.

En se rapprochant du faisceau foliaire avec lequel il va s'anastomoser, chaque petit faisceau tourne autour de son axe de figure, de manière à présenter son liber vers l'intérieur du groupe dont il fait partie, et son bois vers l'extérieur. Nous avons vu plus haut la façon dont se comportent les petits faisceaux qui se groupent ainsi à la partie postérieure d'un faisceau foliaire. Chaque petit faisceau postérieur se réunit plus bas à l'un des cordons qui représentent les prolongements inférieurs du faisceau foliaire.

Les quatre faisceaux simples qui représentent les prolongements inférieurs du faisceau $M(n+6)$, après avoir séjourné parmi les faisceaux périphériques entrent dans les groupes formés par les foliaires suivants ;

$M(n+6)gg$	se réunit au	faisceau	$D_1(n+4)$.
$M(n+6)gg$	—	—	$G_1(n+5)d$.
$M(n+6)dg$	—	—	$G_2(n+5)d$.
$M(n+6)dd$	—	—	$G_2(n+3)$.

Mais avant de se réunir à ces faisceaux foliaires inférieurs, ils ont contracté, dans leur passage à travers les faisceaux périphériques de nombreux rapports qui les ont modifiés. Les faisceaux périphériques doivent être considérés comme jouant le rôle de massifs réparateurs, la portion réparatrice étant représentée chez l'*Ataccia* par un grand nombre de petits faisceaux distincts. Les massifs sortants produisant des lobes latéro-postérieurs qui se jettent parmi les faisceaux périphériques, doivent être considérés eux-mêmes comme formés d'une portion sortante (le faisceau foliaire antérieur) et de plusieurs cordons servant à la réparation (lobes-latéro-postérieurs).

Nous voyons donc que pour former un *massif sortant* dont partira le faisceau foliaire médian, trois ou quatre petits faisceaux périphériques simples se rapprochent du centre de la tige et s'anastomosent entre eux pour constituer un groupe dans lequel le faisceau foliaire occupe la région antérieure.

Les petits faisceaux périphériques qui, par leur réunion, forment un faisceau foliaire sont simples ; ils sont dispersés sur un arc de 20 à 80°. En se rapprochant du centre de la tige, chacun de ces faisceaux s'élargit et émet à droite et à gauche, ou bien d'un seul côté un lobe libéro-ligneux qui tourne graduellement autour du centre de figure du faisceau primitif, pour venir se placer en arrière de celui-ci avec une orientation inverse (fig. 26, 25, 24, pl. III).

Il est bon de remarquer que les lobes libéro-ligneux ainsi formés en arrière de chaque faisceau primitif représentent les prolongements inférieurs de faisceaux périphériques situés plus haut. Les faisceaux périphériques, en produisant ainsi d'autres faisceaux jouent à ce niveau (avant même de

constituer un massif sortant) le rôle de faisceaux réparateurs. La réparation s'effectue donc ici par la division des faisceaux périphériques et par l'émission latérale de lobes de faisceaux qui vont se placer en arrière des massifs dont ils sont issus, et restent dans la portion périphérique de la tige, au moment où le faisceau foliaire franchit la gaîne pour se rendre dans la région corticale.

Si le faisceau foliaire médian est formé par le rapprochement de quatre faisceaux périphériques, les *groupes inverses* (1) s'anastomosent deux à deux (fig. 23 pl. III) de sorte qu'on n'a plus que deux massifs composés chacun de deux ou trois faisceaux. Ces massifs sont alors très rapprochés du centre de la tige (2). A leur tour, ces deux massifs se rapprochent l'un de l'autre et les faisceaux internes normalement orientés s'anastomosent latéralement (fig. 20 pl. III) tandis que les faisceaux postérieurs restent distincts ou même se divisent. Le massif a alors acquis son maximum de condensation, il est aussi au point de son parcours le plus rapproché de l'axe de la tige, c'est un *massif sortant* (fig. 19 pl. III). Il se compose d'un faisceau antérieur, le seul normalement orienté et de deux à cinq faisceaux latéraux ou postérieurs qui ont tous leur bois à l'extérieur du groupe, leur liber à l'intérieur. En général tous les petits faisceaux sont bien distincts l'un de l'autre, parfois un petit lobe libéro-ligneux à orientation quelconque, mettant en rapport deux faisceaux du groupe, séjourne quelque temps au milieu du cercle formé par les faisceaux.

En montant, le massif sortant ainsi composé se dirige vers la phériphérie de la tige et ses divers faisceaux

---

(1) Je désigne par cette appellation, pour abréger la rédaction, les groupes formés d'un faisceau antérieur normalement orienté et d'un ou deux faisceaux postérieurs à orientation inverse. La fig. 24 pl. III représente *quatre groupes inverses.*

(2) Il est à remarquer qu'en se rapprochant ainsi assez rapidement du centre de la tige, les faisceaux ont une course très oblique, aussi sur les sections transversales de la tige sont-ils toujours coupés obliquement.

s'écartent graduellement l'un de l'autre ; les petits faisceaux postérieurs et latéraux se dirigent, ceux de droite vers la droite, ceux de gauche vers la gauche de manière à permettre la sortie du faisceau foliaire. Ces petits faisceaux en s'écartant subissent une torsion autour de leur axe de figure de manière à amener leur bois en avant vers le centre de la tige et leur liber en dehors (faisceaux β et γ, fig. 17 pl. III), c'est-à-dire qu'ils reprennent une orientation normale. Lorsque le faisceau foliaire franchit la gaîne, ces petits faisceaux restent dans la région subpériphérique du tissu fondamental interne, il y a ordinairement encore entre eux et la gaîne d'autres faisceaux plus petits (fig. 16 pl. III). Certains de ces petits faisceaux externes franchissent la gaîne après le faisceau foliaire ; ils n'ont *rien de commun avec ceux qui accompagnaient le faisceau foliaire dans le tissu fondamental interne.* A peine sorti dans l'écorce, le faisceau foliaire fournit latéralement des lobes libéroligneux qui forment avec lui et les petits faisceaux périphériques (fig. 14, 13, 12 pl. III) dont nous venons de parler un groupe elliptique dans lequel le faisceau foliaire occupe la partie la plus externe ; les autres faisceaux ont leur bois tourné vers le centre de l'ellipse, de sorte qu'on a dans le tissu fondamental externe un groupement analogue à celui dont faisait partie le faisceau foliaire dans le tissu fondamental interne avant de commencer sa sortie, mais ici le bois de chaque faisceau est tourné vers l'intérieur de l'ensemble et le faisceau foliaire est le plus proche de l'extérieur (fig. 11 pl III).

Lorsque le faisceau foliaire quitte la tige pour entrer dans la feuille, tous les petits faisceaux qui l'accompagnent servent à l'insertion du bourgeon axillaire. Nous reviendrons plus loin sur cette question.

Ces rapports et le parcours d'un faisceau médian se trouvent schématisés dans la fig. 29 pl. III.

Sur une seule section transversale on pourra donner un

aperçu du parcours d'un faisceau en comparant les sections des faisceaux homologues rencontrés par la coupe. Comparons par exemple les positions des divers faisceaux médians rencontrés par la section fig. 30 pl. III. Le faisceau médian le plus éloigné de sa sortie $M(n+4)$ est représenté par quatre cordons : $M(n+4)d$, $M(n+4)m$, $M(n+4)gd$, et $M(n+4)gg$. L'un d'eux se trouve en arrière du faisceau $D_2(n+2)$.

Le médian $M(n+3)$ coupé plus près de sa sortie, est représenté par deux groupes plus rapprochés du centre de la tige.

Le faisceau médian $M(n+2)$ forme un massif sortant qui marche vers la gaîne protectrice.

Le faisceau $M(n+1)$ se trouve dans le tissu fondamental externe. Il est accompagné de quelques petits faisceaux destinés à l'insertion du bourgeon axillaire.

La section fig. 31 pl. III montre le faisceau $M(n+6)$ au moment où il se divise en deux masses $M(n+6)g$, $M(n+6)d$; la section fig. 32 pl. III. inférieure à la section fig. 31 pl. III, montre le faisceau $M(n+6)$ représenté par quatre groupes résultant d'une nouvelle division de chacun des groupes $M(n+6)g$ et $M(n+6)d$. La comparaison de ces sections montre que les divers cordons qui représentent $M(n+6)$ se rapprochent de la périphérie.

La section fig. 28 pl. III montre trois de ces cordons : $M(n+6)gd$, $M(n+6)dg$, $M(n+6)dd$ à la périphérie du tissu fondamental interne, le quatrième petit faisceau, $M(n+6)gg$ regagne le centre de la tige en arrière du faisceau $D_1(n+4)$.

Tel est l'ensemble des états que l'on peut observer dans le groupe d'où se détache le faisceau foliaire médian.

On peut trouver quelques variantes dans les rapports du massif sortant, ainsi il peut se former par la réunion de trois faisceaux seulement, comme c'est le cas pour le faisceau $M(n+5)$.

D'une façon générale, les groupements formés par les

sortants sont d'autant plus complexes que la tige est plus forte et les feuilles plus développées.

Comparons maintenant au parcours du faisceau médian celui des faisceaux foliaires latéraux.

En règle générale, les faisceaux foliaires latéraux s'approchent d'autant moins de l'axe de figure de la tige qu'ils sont plus éloignés du faisceau médian de la feuille.

Les faisceaux G_1 et D_1 se comportent comme les faisceaux médians, à cela près que vers le bas de leur course, au point où ils rentrent parmi les faisceaux périphériques inférieurs, ils sont représentés seulement par trois ou même par deux petits cordons au lieu de quatre. Lorsque ces faisceaux franchissent la gaîne, ils n'emportent avec eux que deux ou trois petits faisceaux périphériques destinés à l'insertion du bourgeon.

La section fig. 30 pl. III donnera une idée des modifications et du parcours du faisceau G_1 depuis son origine jusqu'à sa sortie. Le faisceau $G_1(n+4)$ est représenté sur cette section par deux lobes : $G_1(n+4)g$ qui se trouve à la périphérie du système des faisceaux, et $G_1\ (n+4)\ d$ qui fait encore partie du massif sortant $G_2\ (n+2)$ qui l'a produit. — Le faisceau $G_1\ (n+3)$ est représenté aussi par deux cordons déjà plus rapprochés de la région centrale. — $G_1(n+2)$ forme à ce niveau un massif sortant qui comprend en avant le faisceau foliaire $G_1(n+2)$, et deux petits faisceaux postérieurs dont l'un formera plus haut $D_4(n+3)$, l'autre est un prolongement inférieur de $D_1(n+5)$. — Le faisceau $G_1(n+1)$ est dans le tissu fondamental externe, en avant de lui se trouvent trois petits faisceaux destinés au bourgeon.

Les faisceaux D_2 et G_2, D_3 et G_3 ne sont représentés dans leur partie inférieure que par deux petits faisceaux, très rarement par trois. Dans la région corticale, les faisceaux D_2 et D_3 ne sont plus accompagnés par des faisceaux du bourgeon

axillaire (1). Quant aux faisceaux D_3 et G_3, je ne les ai jamais vus en rapport avec les bourgeons axillaires. Comme exemple du parcours de ces faisceaux nous prendrons le faisceau $D_3(n+6)$. Si nous le suivons en descendant dans le tissu fondamental interne, nous le voyons se diviser en deux branches ; la branche droite $D_3(n+6)d$ se réunit plus bas à $G_5(n+2)$ dont elle représente un petit faisceau postérieur. La branche gauche $D_3(n+6)g$ se réunit de la même manière au faisceau $M(n+3)$.

La section fig. 31 pl. III permet aussi de se rendre compte du parcours et des rapports d'un de ces faisceaux en comparant par exemple les états des faisceaux homologues G_2 ; $G_2(n+4)$ est représenté par trois branches, deux qui sont à la périphérie du système des faisceaux, une troisième $G_2(n+4)d$ qui rentre dans le massif sortant $D_1(n+2)$. — Le faisceau $G_2(n+3)$ est aussi représenté par trois lobes situés dans la région subpériphérique du système des faisceaux. — Le faisceau $G_2(n—2)$ se trouve à la partie antérieure d'un massif sortant complexe, il est au point de son parcours le plus rapproché de l'axe. Les deux petits faisceaux postérieurs de ce massif sont $G_1(n+4)d$ et $D_2(n+5)g$.

Les faisceaux D_4, G_4, D_5, G_5, D_6, G_6, etc., sont plus grêles que les précédents : au moment où ces faisceaux sont le plus près possible de l'axe de la tige, ils se présentent sous la forme d'un cordon double composé de deux faisceaux, l'un antérieur est normalement orienté, tandis que le faisceau postérieur est un faisceau à orientation inverse, son bois est tourné vers l'extérieur de la tige, son liber vers l'intérieur. En somme les deux faisceaux se regardent par leur liber.

Prenons comme exemple le faisceau $D_4(n+6)$: il est représenté d'abord par un petit faisceau placé en arrière du faisceau foliaire $M(n+5)$. Ce petit faisceau $D_4(n+6)$ se

(1) C'est seulement dans les tiges assez fortes pour former une hampe florale à chaque nœud que l'on voit le bourgeon axillaire inséré sur les faisceaux foliaires G_2 et D_2.

sépare de $M(n+5)$ au moment où celui-ci franchit la gaîne pour se rendre dans la région corticale. Plus haut $D_4(n+6)$ se rapproche un peu du centre de la tige, s'élargit et fournit latéralement un petit faisceau qui va se placer en arrière de la masse principale où il prend une orientation inverse. Au moment où la branche foliaire du groupe $D_4(n+6)$ va franchir la gaîne, le lobe à orientation inverse tourne de 180° autour de son axe pour reprendre une orientation normale; il reste dans la région subpériphérique du système des faisceaux. La branche foliaire $D_4(n+6)$ parcourt dans le tissu fondamental externe l'entrenœud situé au-dessous de la feuille $(n+6)$ dans laquelle il sort.

La répartition des faisceaux dans ces tiges compliquées n'est donc pas livrée au hasard, comme on l'admet toujours. Les faisceaux essentiels ont des rapports très constants. Un faisceau D_4 d'une feuille donnée se confond vers le bas dans le faisceau médian de la feuille immédiatement inférieure. $D_4(n+6)$ est représenté au moment où il s'individualise par un petit faisceau à orientation inverse produit par le faisceau $M(n+5)$. De même $D_4(n+5)$ vient de $M(n+4)$, $D_4(n+4)$ de $M(n+3)$. Par exception le faisceau $D_4(n+3)$ s'insère plus à gauche sur $G_1(n+2)$. Donc en général un faisceau D_4n parcourt en descendant un entrenœud dans le tissu fondamental externe, un second entrenœud dans la région subpériphérique du tissu fondamental interne, puis il s'accole au faisceau $M(n-1)$ de la feuille située immédiatement en dessous. Plus bas enfin il se réunit à l'un des cordons qui prolongent inférieurement le faisceau $M(n-1)$.

Le parcours est analogue pour les faisceaux G_4 ainsi que pour D_5, G_5, D_6 et G_6.

Au moment où un faisceau D_4 s'individualise, c'est-à-dire se sépare d'un groupe sortant, il a l'aspect d'un faisceau simple normal (fig. 33 pl. III), et n'est séparé de la gaîne que par une rangée de tout petits faisceaux. Un peu plus haut, ce faisceau s'est rapproché de la région centrale, son

bois s'est divisé en trois masses (fig. 34 pl. III). Au-dessus de ce niveau, les trois masses ligneuses occupent chacune le sommet d'un triangle équilatéral. Plus haut les deux masses ligneuses latérales devenues postérieures se sont rapprochées l'une de l'autre (fig. 35 pl. III). Immédiatement après, les deux masses ligneuses postérieures se soudent en une seule et l'on a, au lieu du faisceau primitif deux faisceaux, l'un orienté normalement, l'autre à orientation inverse (fig. 36 pl. III). C'est à ce niveau que le groupe est le plus rapproché du centre. Le faisceau antérieur est foliaire, le faisceau postérieur restera dans la région subpériphérique du système des faisceaux. Tandis que le faisceau foliaire s'échappe radialement vers l'extérieur, le faisceau postérieur se déplace vers la gauche tout en marchant aussi vers la périphérie (fig. 37 et 38 pl. III). En même temps, il subit une torsion autour de son axe et reprend une orientation normale. Il présente alors des trachées à sa partie antérieure. Le faisceau antérieur franchit la gaîne et arrive dans l'écorce, tandis que le faisceau postérieur reste dans la région subpériphérique du système des faisceaux.

Tandis que les faisceaux médians résultent de la réunion des faisceaux périphériques dont certains traversent la tige de part en part, les faisceaux qui s'anastomosent pour former les latéraux 1 et 2 sont moins distants l'un de l'autre et se déplacent moins. Sous ce rapport, les faisceaux latéraux G_2 et D_2 diffèrent plus du faisceau médian que les latéraux G_1 et D_1. Les faisceaux élémentaires qui viennent de la périphérie pour les former sont moins écartés l'un de l'autre à l'origine et le groupe s'avance moins près du centre, avant d'effectuer sa sortie, si bien qu'à un moment donné, les faisceaux D_2 et G_2 se trouvent en arrière des faisceaux G_1 et D_1. D'une façon générale, les massifs sortants se rapprochent d'autant moins du centre qu'ils fournissent des faisceaux foliaires latéraux plus éloignés du médian.

Les faisceaux périphériques qui se réunissent pour

former les faisceaux latéraux droits proviennent de la moitié droite de la tige (1).

D'après ce qui précède, nous voyons qu'un massif sortant se forme par la réunion de plusieurs faisceaux provenant de la périphérie de la tige; certains de ces faisceaux périphériques sont insérés plus bas sur d'autres massifs sortants. En se rapprochant de la région centrale, ces cordons périphériques prennent la forme de groupes inverses (2). Puis les faisceaux antérieurs se réunissent en un seul massif unipolaire normalement orienté, tandis que les faisceaux postérieurs restent distincts. Ces faisceaux postérieurs restent dans le système des faisceaux lorsque le faisceau antérieur sort comme faisceau foliaire. Les faisceaux qui forment un groupe sortant sont plus ou moins distincts chez l'*Ataccia*, ils sont au contraire plus ou moins confondus chez d'autres Monocotylédones où les auteurs ont désigné leur assemblage sous le nom de *massif* ou de *faisceau caulinaire*.

Le parcours des faisceaux de la tige d'*Ataccia* a été représenté fig. 1, pl. IV sur une étendue de cinq entrenœuds.

En plus des faisceaux foliaires, périphériques et des massifs sortants dont nous venons de décrire la course et les rapports, on voit dans la tige de l'*Ataccia*, tout contre la gaîne, de très petits faisceaux unipolaires normalement orientés, formant suivant les régions, un ou deux rangs (φp fig. 10, pl. III).

Ces faisceaux contractent entre eux de fréquentes anastomoses, et reçoivent de distance en distance de petits cordons libéro-ligneux issus des faisceaux plus intérieurs. Dans le voisinage de l'insertion d'une racine, ces petits faisceaux sont plus nombreux et forment un groupe qui déforme la gaîne à ce niveau.

---

(1) Pour un observateur central.

(2) Voir page 73.

L'insertion des nombreuses racines adventives de l'*Ataccia* se fait sur ces petits faisceaux, qui servent en quelque sorte d'intermédiaires entre les faisceaux plus intérieurs et le faisceau de la racine. C'est à cet assemblage de petits faisceaux extérieurs que l'on a donné le nom de *réseau radicifère*.

Les bourgeons axillaires sont en rapport avec les faisceau du réseau radicifère.

§ 3. — Insertion du Bourgeon axillaire.

Le bourgeon axillaire s'insère à la fois sur les trois ou cinq faisceaux foliaires les plus rapprochés de la surface de symétrie de la feuille et sur les faisceaux périphériques les plus extérieurs de la tige.

Le faisceau foliaire médian et les latéraux D_1 et G_1 ainsi que D_2 et G_2, si la feuille et le bourgeon axillaire sont très développés, emportent avec eux, au moment où ils pénètrent dans la région corticale, quelques petits faisceaux périphériques. Ces petits faisceaux se groupent en avant du faisceau foliaire et forment avec lui un massif elliptique allongé radialement, le faisceau foliaire occupant la partie la plus externe de la courbe. Dans ce massif chaque faisceau tourne son liber vers l'extérieur. Le faisceau foliaire émet bientôt de chaque côté, et en avant, un ou deux petits lobes libéro-ligneux qui s'ajoutent au groupe (φ *Ax*, fig. 11, pl. III).

Au moment où les faisceaux foliaires quittent l'écorce pour se rendre dans la feuille, les petits faisceaux se rassemblent en avant du faisceau médian de la feuille et constituent les faisceaux du bourgeon.

Le *bourgeon axillaire* se trouve donc *inséré sur les trois ou cinq faisceaux voisins de la surface de symétrie de la feuille et sur les faisceaux périphériques* de la tige.

§ 4. — Insertion des Hampes florales.

Les grosses tiges d'*Ataccia cristata* produisent à chaque région nodale, en même temps qu'un bourgeon axillaire, un autre bourgeon oppositifolié qui se développe en une hampe florale. L'insertion de cette hampe se fait immédiatement au-dessus du nœud, en un point diamétralement opposé à l'aisselle de la feuille. Par cette insertion, la hampe florale diffère complètement d'un bourgeon axillaire. Elle en diffère aussi par les rapports de ses faisceaux.

Les faisceaux des hampes florales proviennent de lobes fournis par les massifs sortants et par les faisceaux périphériques de la tige. Les faisceaux d'une hampe florale $(n+2)$ occupent un peu au-dessus du nœud n la périphérie du tissu fondamental interne $\varphi Hf(n+2)$ (fig. 2, pl. IV) (1). A ce niveau deux faisceaux de la hampe font partie des massifs sortants $G_1(n+1)$ et $D_1(n+1)$, les autres sont répartis dans la région périphérique du système des faisceaux, ils ne se réunissent que plus bas à d'autres massifs sortants ou à des faisceaux périphériques.

Plus haut, les faisceaux de la hampe florale $(n+2)$ se rapprochent du centre de la tige et durant ce trajet plusieurs d'entre eux s'anastomosent deux à deux. Par suite, lorsque les faisceaux sont arrivés près du centre de la tige, ils sont moins nombreux $\varphi Hf(n+2)$ (fig. 3 et 4 pl. IV), mais plus volumineux, certains d'entre eux ont très nettement alors l'aspect de massifs anastomotiques (fig. 4, pl. IV). — Dans le haut de l'entrenœud $(n+1)$, tout l'ensemble de ces faisceaux se dirige vers un point du pourtour de la tige $\varphi Hf(n+2)$ (fig. 4, pl. IV) et franchit la gaîne un peu au-dessus du nœud $(n+1)$.

---

(1) Sur la figure, les faisceaux de la hampe florale $(n+2)$ sont réunis par un trait.

Dans l'entrenœud $(n+2)$, les faisceaux de la hampe florale $(n+2)$ restent dans la région corticale, et certains d'entre eux se divisent. Cela fait, ils se disposent sur deux rangs, un rang externe de petits faisceaux, un rang interne de faisceaux plus volumineux. Ce sont les faisceaux définitifs de la hampe florale.

Le parcours des faisceaux foliaires dans les grosses tiges qui portent les hampes est le même que celui des tiges dépourvues de hampes. Dans les figures 2, 3, 4 et 5 pl. IV qui se rapportent à l'insertion des hampes, on a noté les principaux faisceaux foliaires rencontrés par ces sections.

Une seule et même section permettra de vérifier les indications données ci-dessus. Elle rencontre les faisceaux de trois hampes différentes à des niveaux plus ou moins éloignés de la base de ces hampes. Les états des faisceaux des hampes $(n+3)$, $(n+2)$, $(n+1)$ peuvent être considérés comme représentant les trois niveaux principaux de l'insertion de la hampe.

La hampe florale a donc avec la tige des rapports qui ne sont pas du tout ceux d'un bourgeon axillaire. D'abord, son insertion se fait en un point diamétralement opposé au faisceau médian de la feuille. Tandis que le bourgeon axillaire s'insère sur les faisceaux foliaires de la même région nodale, et sur les faisceaux extérieurs de la tige, la hampe florale reçoit des faisceaux insérés beaucoup plus profondément sur les massifs sortants et sur les faisceaux périphériques, et qui n'ont jamais de rapports avec les faisceaux foliaires. Son insertion par rapport à la feuille nous autorise à considérer cette hampe comme résultant du développement d'un *bourgeon oppositifolié*.

§ 5. — Anatomie de la Hampe florale.

La hampe florale est nue depuis sa base jusqu'au point où s'insèrent les deux bractées opposées. Celles-ci sont insérées

presque au même niveau, l'une est antérieure *V*, l'autre est postérieure *D* (fig. 41 pl. III). Elles se touchent par leurs bords et embrassent toute la circonférence de la hampe florale. A un niveau un peu plus élevé, deux autres bractées s'insèrent en avant de la bractée dorsale, l'une à droite, l'autre à gauche. Ce sont ces deux bractées ou bractéoles (*C* fig. 41 pl. IV) qui donnent à l'inflorescence son caractère particulier. La bractée ventrale *V* ne présente rien d'équivalent dans son aisselle.

Les longs filaments qui pendent (fig. 8 pl. III) de chaque côté de l'inflorescence, s'insèrent en dehors des bractéoles dont il vient d'être question, à droite et à gauche, et en avant de la bractée ventrale (*f* fig. 41 pl. III). Au sommet de la hampe sont insérés les pédoncules floraux dont le nombre varie ordinairement de douze à vingt-cinq (fig. 41 Pl. III.)

La hampe florale offre une section presque circulaire, un peu plus convexe dorsalement. Les faisceaux sont diposés sur deux rangs et alternent à peu près régulièrement entre eux ; les faisceaux du cercle externe sont les plus petits (fig. 39 pl. III.) Des côtes longitudinales superficielles correspondent aux faisceaux du cercle externe. Les faisceaux de chaque cercle sont généralement au nombre de douze. Une gaîne mécanique, contiguë aux faisceaux du cercle externe, enveloppe tout le système.

La structure de la hampe florale reste la même dans toute son étendue, elle s'aplatit graduellement à mesure qu'on approche de l'inflorescence.

A chaque côte de la surface correspond une masse de collenchyme cortical bien caractérisé.

Les deux assises les plus intérieures du tissu fondamental externe renferment de l'amidon alors que les cellules voisines n'en présentent pas (*Am* fig. 7 pl. IV). Une zône de deux ou trois couches de cellules sépare le tissu fondamental interne de la région corticale, ces cellules présentent des parois minces qui s'épaississent ensuite légèrement. Les

faisceaux du cercle externe sont appuyés contre cette zone. Ces faisceaux sont tout à fait normaux. Le pôle ligneux antérieur est très net, les vaisseaux ligneux forment un bois primaire avec parenchyme interposé, dont l'ensemble a la forme d'un V et occupe la moitié antérieure du faisceau (fig. 7 pl. IV). Le liber forme une masse importante dans laquelle on distingue très nettement les cellules grillagées et les cellules annexes *Ca* (fig. 7 pl. IV.

Les faisceaux du cercle interne alternent à peu près régulièrement avec ceux du cercle externe. Leur masse libérienne est plus importante, leur bois est aussi plus développé (fig. 42 pl. III.)

Vers le haut de la hampe florale, les faisceaux (surtout les plus forts) présentent une légère modification. Le bois qui était localisé plus bas, dans la moitié antérieure du faisceau, se développe davantage et entoure presque complètement le liber (fig. 6 pl. IV). Les éléments ligneux postérieurs sont de grands vaisseaux isolés. Dans le liber, les éléments antérieurs sont plus grands que les éléments postérieurs.

Ce sont les faisceaux du cercle externe qui fournissent ceux qui se rendent aux deux bractées dorsale et ventrale. La façon dont cette sortie s'effectue est la suivante : La partie médiane du faisceau se sépare des portions latérales et sort seule de la tige (fig. 8 et 9 pl. IV.) Les parties restantes ne conservent pas leur individualité, elles s'anastomosent avec les masses analogues des faisceaux voisins.

Avant leur entrée dans les bractées, les faisceaux sortants se divisent ; chaque bractée présente à sa base douze à quatorze nervures alors que le nombre des faisceaux sortants de la hampe est de douze seulement pour l'ensemble des deux bractées. Les faisceaux médians des bractées et deux faisceaux voisins ne se divisent pas (fig. 8 et 9 pl. IV.)

Les deux faisceaux sortants qui se trouvent placés aux extrémités du grand axe de la section transversale se divisent

chacun en deux branches dont l'une se rend à la bractée dorsale, l'autre à la bractée ventrale.

Pendant que cette sortie des faisceaux des deux bractées s'effectue, les faisceaux du cercle interne s'élargissent ; certains d'entre eux se réunissent latéralement, puis tout l'ensemble se fragmente en un grand nombre de faisceaux qui s'avancent jusqu'au centre de figure de la hampe (fig. 9 pl. IV.)

Aussitôt après cette insertion des deux bractées opposées, la tige fournit les faisceaux qui se rendent aux deux bractéoles *C* (fig. 41 pl. III.) Les faisceaux de ces bractéoles proviennent de lobes des faisceaux du cercle externe qui étaient restés dans la tige.

Au-dessus de ce niveau, le système des faisceaux est très complexe, il fournit des ramifications aux longs filaments qui entourent les fleurs. Ces filaments reçoivent chacun de trois à cinq faisceaux grêles qui se rangent suivant un arc de cercle. Le filament n'a qu'une seule surface de symétrie (fig. 40 pl. III). La valeur de ces organes paraît être celle de bractées accompagnant les fleurs. Eichler (1) les avait d'ailleurs déjà considérés comme tels. Leur nombre varie de douze à vingt-cinq pour chaque inflorescence.

Après l'insertion des filaments, les faisceaux de l'axe devenus moins nombreux s'orientent régulièrement autour d'un certain nombre de centres secondaires (fig. 10 pl. IV.) Six faisceaux dont trois gros et trois petits se groupent autour de chacun de ces points. Chaque groupe de six faisceaux se rend à un pédoncule floral. La hampe florale se termine ainsi par un certain nombre d'axes secondaires, les pédoncules floraux dont le nombre varie de douze à vingt-cinq.

---

(1) *Sitzungsb. des botan. Vereins der Provinz Brandenburg.* XXI (1879), d'après Engler et Prantl. *Die natürl. Pflanzenfamilien.* II. Theil, 5. Abtheilung. p. 128.

§ 6. — Anatomie du Pédoncule floral.

Une section transversale du pédoncule floral montre six faisceaux, trois gros plus extérieurs correspondant aux arètes de la surface, trois petits plus rapprochés du centre et alternant avec les premiers (fig. 11 pl. IV). De même que dans la hampe florale, les deux assises internes du tissu fondamental externe sont remplies de petits grains d'amidon. En face des faisceaux seulement, on retrouve les deux assises de cellules plus petites sans méats, qui entourent complètement le tissu fondamental interne dans la hampe florale. Les faisceaux du cercle externe sont contigus à ces cellules, ceux du cercle interne en sont séparés le plus souvent par trois ou quatre assises de cellules du tissu fondamental interne. Parmi les faisceaux du pédoncule floral, ceux du cercle externe représentent des faisceaux sortants dont la région médiane se rend dans une pièce externe du périanthe, tandis que les portions latérales restent dans le pédoncule pour fournir des faisceaux à l'ovaire et aux pièces internes pétaloïdes, concurremment avec les faisceaux du cercle interne.

§ 7. — Comparaison de la Hampe florale avec le Pédoncule de la fleur et avec le Rhizome.

Si nous comparons la structure du pédoncule floral à celle de la hampe de l'inflorescence, nous voyons que de part et d'autre, on a deux cercles de faisceaux (fig. 39 pl. III et 11 pl. IV), les faisceaux du cercle externe correspondant aux côtés de la surface, ceux du cercle interne alternant avec les premiers. On peut regarder, comme ayant peu d'importance, la différence dans le développement relatif des

faisceaux des deux cercles, les faisceaux du cercle externe sont les plus grêles dans la hampe florale, ce sont les plus développés dans le pédoncule floral.

Dans ces deux tiges, les faisceaux du cercle externe sont sont des massifs sortants dont la portion médiane représente le faisceau qui se rend dans les appendices, les portions latérales restant dans la tige. Nous avons vu que les faisceaux des deux bractées, dorsale et ventrale, sont fournis de cette même façon par les faisceaux du cercle externe de la hampe florale. Dans le pédoncule, ce sont aussi les portions médianes des faisceaux externes qui fournissent les faisceaux des pièces internes du périanthe.

Nous voyons donc que les grands traits de l'organisation de ces deux tiges sont les mêmes.

Comparons maintenant ces tiges de l'appareil floral au rhizome. La première différence entre ces deux sortes de tiges réside dans le nombre beaucoup plus considérable de faisceaux du rhizome ; de plus, les faisceaux du rhizome ne sont pas disposés sur deux rangs, mais dispersés dans toute l'étendue du tissu fondamental. Dans la hampe et dans le pédoncule floral, les faisceaux ne forment pas les groupements caractéristiques des massifs sortants de la tige. La région périphérique du tissu fondamental interne ne présente plus les petits faisceaux si nombreux dans le rhizome, surtout au voisinage de l'insertion des racines.

Le nombre plus considérable des faisceaux du rhizome tient au nombre des faisceaux reçus par les feuilles qui sont très rapprochées ; de plus l'insertion des racines sur tout le pourtour de la tige, même dans sa portion aérienne, a pour résultat le développement dans la région périphérique du système des faisceaux de tout un ensemble de petits faisceaux sur lesquels les racines s'insèrent, et qui à leur tour se mettent en rapport avec les faisceaux plus intérieurs. Dans le rhizome, les régions nodales étant très rapprochées, on a, pour un même niveau, des faisceaux

qui se rendent à un certain nombre de feuilles insérées plus haut ; ces faisceaux sont disposés sur plusieurs rangs, dans un ordre beaucoup plus complexe.

Les massifs sortants du rhizome sont formés d'un faisceau foliaire antérieur, et d'un ou plusieurs petits faisceaux latéraux ou postérieurs fournis latéralement par le faisceau foliaire ou par les cordons libéro-ligneux qui le prolongent vers le bas. Les petits faisceaux postérieurs qui restent dans la tige après la sortie du faisceau foliaire doivent être considérés comme représentant les portions latérales du massif sortant ; la seule différence vient de ce que, dans la tige d'*Ataccia*, la pièce sortante se sépare plus tôt des parties latérales qui restent dans la tige, tandis que, dans la hampe florale et dans le pédoncule, la séparation ne se produit qu'au voisinage immédiat de la sortie. Un massif sortant peut donc être comparé à un faisceau simple dont les parties latérales seraient isolées et portées en arrière de la portion médiane. Il n'y a là en réalité qu'une individualisation plus hâtive des portions latérales réparatrices des massifs sortants.

L'*Ataccia cristata* nous a donc montré des tiges de deux sortes, une tige principale ou rhizome présentant un très grand nombre de faisceaux se rendant à des appendices très rapprochés, et des tiges spéciales à faisceaux disposés sur deux rangs, et ne présentant d'appendices que vers leur terminaison.

§ 8. — Anatomie de la Feuille.

La feuille de l'*Ataccia cristata* est beaucoup plus simple que celle du *Tacca*. Elle se compose d'un pétiole terminé inférieurement par une gaîne qui embrasse toute la tige, et d'un limbe à nervure médiane très forte. Le pétiole

présente une rainure antérieure. Dans le limbe, la nervure médiane fournit des nervures secondaires sous des angles de 20 à 40°. Ces nervures secondaires sont alternativement fortes et faibles. Leurs ramifications constituent des champs à peu près rectangulaires qui reçoivent les terminaisons grêles de petites nervures fournies par les nervures tertiaires limitant ces espaces (fig. 13 pl. IV). Le bord du limbe ne présente pas de dents. La pointe de la feuille reste intacte et ne se détruit que sur les vieilles feuilles.

Ordinairement le pétiole n'est pas tout à fait symétrique ; outre la carène correspondant à la nervure médiane, on voit souvent, dans sa moitié droite ou gauche, une autre saillie parallèle à la première (fig. 16 pl. IV). Très forte à la base du pétiole, cette saillie s'atténue graduellement a mesure qu'on s'avance vers le limbe.

Cette déformation d'une moitié du pétiole ne se rencontre que dans les feuilles des plantes assez fortes pour produire régulièrement une hampe florale à chaque région nodale. Dans ces plantes, tandis que les bourgeons axillaires restent toujours assez longtemps à l'état latent, un petit nombre seulement arrivant à fournir des ramifications du rhizome, les hampes florales se développent en même temps que les feuilles. Nous savons que la hampe florale a la valeur d'un bourgeon oppositifolié. Soit dès lors une feuille n avec la hampe florale n située (fig. 14 pl. IV) entre les bords de la gaîne. La surface de symétrie de la feuille $(n + 1)$ fait un angle de 145° ($\frac{2}{5}$ dextre) avec celle de la feuille n. Cette surface de symétrie de la feuille $(n + 1)$ passera à 35° (180-145) à gauche de la hampe florale n. Celle-ci, dont le développement est contemporain de celui de la feuille $(n + 1)$ comprimera le pétiole de cette feuille qui se développera moins dans la région touchée par la hampe, alors qu'à droite de celle-ci se formera une saillie qui comblera plus ou moins l'espace libre qui se trouve le long et à droite de la hampe. Il en sera de même pour

toutes les feuilles successives qui seront ainsi déformées par la hampe insérée au nœud précédent (1).

Les faisceaux de la base du pétiole sont de plus en plus grêles à mesure que l'on s'éloigne du faisceau médian. Le tissu fondamental sous-épidermique est transformé sur toute la hauteur du pétiole en une couche de collenchyme.

Dans la région inférieure du pétiole, les faisceaux circulent parallèlement entre eux; ils sont reliés entre eux par quelques petits faisceaux transverses. Les faisceaux latéraux extrêmes émettent vers les bords de la portion engaînante des ramifications très grêles qui circulent parallèlement aux faisceaux dont elles proviennent. Après avoir décrit un arc à convexité externe, ces ramifications se réunissent plus haut à ces mêmes faisceaux ou bien se terminent en pointe libre.

Tout le long du pétiole, les faisceaux ne subissent aucune variation, ils sont reliés de distance par de petits lobes libéroligneux qui forment des ponts assez rares entre les divers faisceaux. Ce pétiole est donc plus simple et moins différencié que celui du *Tacca*, il ne se forme pas d'arc antérieur. A l'entrée dans le limbe, tous les faisceaux constituent par leur réunion la nervure médiane qui est en réalité la continuation directe du pétiole. Les faisceaux de la feuille étant désignés à partir du médian M_1, ceux de droite par D_1, D_2 D_3, D_4, D_5, D_6, D_7, ceux de gauche par G_1, G_2, G_3, G_4, G_5, G_6, G_7, ce sont les faisceaux D_7 et G_7 qui fourniront les premières nervures secondaires (fig. 19 pl. IV). L'émission des nervures homologues ne se fait pas en général au même niveau, l'un des côtés est en avance sur l'autre. Les *nervures secondaires sont alternativement fortes et faibles* de chaque côté. Le faisceau D_7 émet à droite une petite nervure D_7d, puis plus haut il fournit une nervure secondaire plus forte, puis une petite nervure qui se réunit à D_6 (fig. 19 pl. IV) et

(1) Dans les tiges dont le cycle est sénestre, la déformation du pétiole se produit dans la moitié gauche du pétiole.

ce qui reste de D_7 se termine dans une nervure secondaire grêle. Le faisceau D_6 fournit d'abord une forte nervure secondaire et un peu plus haut se divise en deux branches une nervure secondaire faible et un tout petit rameau qui réunit $D_6 g$ au faisceau D_5. A partir de D_5 tous les faisceaux se comportent successivement de même, fournissant d'abord une forte nervure, puis une nervure faible. Finalement vers le sommet de la feuille, la nervure médiane est réduite au faisceau médian qui fournit encore quelques petites nervures secondaires sous des angles de 20° environ et se prolonge en s'effilant jusqu'au sommet de la feuille (fig. 18 pl. IV).

La structure des nervures d'ordres divers n'a rien qui mérite d'être signalé, ces nervures sont d'autant plus grêles qu'elles sont d'ordre plus élevé. Certaines nervures secondaires fortes présentent cependant une structure particulière ; le bois s'étend de part en part du faisceau, le liber forme deux masses, l'une à droite, l'autre à gauche du faisceau. Mais ces masses sont ordinairement inégales. Cette disposition se rencontre au voisinage d'une ramification de la nervure.— Chacune des nervures secondaires ne présente qu'un faisceau.

Dans les feuilles adultes, les nervures sont protégées par deux arcs de tissu durci, un antérieur développé aux dépens des fibres primitives, l'autre postérieur formé en partie par des éléments libériens du faisceau.

L'épiderme de la face antérieure est composé de cellules polygonales à faces latérales planes (fig. 22 pl. IV). Certaines cellules très petites (*Pl*) sont les cellules basilaires de poils qui se fripent de bonne heure et tombent. On ne les trouve intacts que dans les feuilles très jeunes. La cellule basilaire du poil prend une coloration jaune brun après alcoolisation. La cellule basilaire est suivie d'une autre cellule après laquelle vient une région renflée formée de deux files cellulaires. Le poil se termine par une file de quatre ou cinq cellules allongées (fig. 25, pl. IV).

L'épiderme de la face postérieure de la feuille (fig. 24,

pl. IV) a ses cellules un peu plus allongées, les faces latérales des cellules sont ondulées. Les stomates ne présentent pas de cellules annexes. Ils sont très nombreux. On trouve sur cette face comme sur la face antérieure des cellules basilaires de poils caducs. Les cellules de cet épiderme qui recouvrent les nervures diffèrent des autres en ce qu'elles sont allongées dans le sens de la nervure (fig. 23, pl. IV).

Le parenchyme chlorophyllien ne présente pas la disposition palissadique (*Pc*, fig. 21, pl. IV). La chlorophylle est d'ailleurs à peu près également répartie dans toutes les cellules du limbe. Le parenchyme lacuneux *Pl* est formé de cellules irrégulières, ramifiées dans plusieurs directions et dont les prolongements se réunissent bout à bout. Les lacunes interposées entre ces cellules sont grandes et très nombreuses.

§ 9. — La Racine.

Les racines de l'*Ataccia cristata* sont très ramifiées. Leur diamètre peut atteindre 4^{mm}.

La section transversale d'une forte racine montre un faisceau qui occupe à peu près le $\frac{1}{4}$ du diamètre total (fig. 26, pl. IV). La région superficielle comprend une assise pilifère dont certaines cellules sont prolongées en poils, une assise subéreuse dont les cellules ont des parois brunes, puis quatre ou cinq assises de cellules séparées par de petits méats, c'est le tissu fondamental secondaire externe. Le liège interne forme le reste de l'écorce, ses cellules sont assez régulièrement sériées radialement, surtout chez les racines grêles. La gaîne protectrice est formée de cellules épaissies surtout contre leur paroi interne, comme chez le *Tacca* (*Gp*, fig. 27, pl. IV) (1).

---

(1) On rencontre assez fréquemment chez l'*Ataccia* de petites racines enfermées dans la région corticale de racines plus grosses. Elles cheminent parallèlement à la surface pour sortir un peu plus bas.

L'assise péricambiale est formée d'une ou deux assises de cellules à parois minces. On trouve une vingtaine de lames ligneuses dans le faisceau des grosses racines (fig. 26, pl. IV). Les racines grêles n'ont que cinq ou six pôles à leur faisceau. Chaque lame ligneuse débute par une seule trachée qui touche l'assise rhizogène. Aux premières trachées font suite des vaisseaux ligneux de plus en plus grands (fig. 27, pl. IV). Les lames ligneuses sont discontinues. Les vaisseaux ligneux de la région centrale du faisceau sont séparés par des fibres primitives épaissies. Le liber est formé de petites cellules, il est relativement peu développé dans cette racine (*L*, fig. 27, pl. IV).

Le point de végétation de la racine est protégé par une pilorhize qui n'a sur ses bords que trois assises cellulaires (fig. 28, pl. IV) tandis qu'elle est très épaisse au sommet de la racine (*Pil* fig. 28). Sur une section radiale axiale du point de végétation, on voit qu'il n'y a pas d'initiales spéciales pour la pilorhize. Dans la région centrale on distingue des files de cellules représentant les grands vaisseaux de la masse libéro-ligneuse (*v* fig. 28, pl. IV). Il n'y a pas non plus d'initiales spéciales pour ce faisceau.

RÉSUMÉ DE LA PREMIÈRE PARTIE.

Caractères anatomiques des Taccacées.

La tige des Taccacées est caractérisée par les groupements que les faisceaux foliaires forment avec d'autres lobes libéro-ligneux avant leur sortie dans la feuille. Durant son trajet dans le tissu fondamental interne, le faisceau foliaire occupe la région antérieure d'un massif sortant dans lequel le bois se trouve à la périphérie du massif, le liber étant plus rapproché du centre du groupe.

A la périphérie du tissu fondamental interne se trouvent d'autres faisceaux beaucoup plus nombreux sur lesquels

s'insèrent les éléments du réseau radicifère. Nous les avons appelés faisceaux périphériques.

Chaque massif sortant dans la partie inférieure de son parcours se trouve dans la région périphérique de la tige, il peut être représenté à ce niveau par deux à quatre cordons, qui ont séjourné plus ou moins longtemps parmi les faisceaux périphériques, et qui ont contracté avec ces derniers de nombreux rapports. Pour former un faisceau foliaire, ces cordons grêles s'unissent latéralement et constituent un faisceau unipolaire plus fort. Plus haut ce faisceau se rapproche du centre et émet latéralement des lobes libéro-ligneux qui constitueront avec lui un groupe complexe, le massif sortant. Ces lobes latéro-postérieurs sont ordinairement bien distincts du faisceau foliaire.

La portion réparatrice de ces tiges est représentée par l'ensemble des petits faisceaux périphériques. Ce sont eux qui fournissent les cordons sortants. Mais d'autre part ces sortants émettent des lobes latéraux qui retournent parmi les faisceaux périphériques et contribuent plus haut à la réparation.

Les groupements formés par les faisceaux foliaires et les lobes latéro-postérieurs sont les homologues des massifs concentriques de la tige de beaucoup de Monocotylédonées. Rappelons d'autre part que les divers lobes qui entrent dans la constitution du massif sortant sont tous émis par le faisceau foliaire. On pourra donc considérer le massif sortant comme résultant de la ramification du faisceau foliaire, les divers lobes fournis se rangeant autour d'un centre commun situé en arrière du faisceau foliaire.

Les bourgeons axillaires des Taccacées s'insèrent sur les faisceaux foliaires médians, sur les foliaires latéraux voisins des faisceaux médians, et sur les faisceaux périphériques les plus extérieurs de la tige. Les faisceaux qui se rendent au bourgeon axillaire sont placés en avant des faisceaux foliaires, dans le parcours que ces faisceaux effectuent dans la région corticale avant leur sortie.

La hampe florale des Taccacées présente des faisceaux disposés sur deux rangs. Cette hampe s'insère sur la tige au-dessus de la région nodale, en un point diamétralement opposé au bourgeon axillaire. Les faisceaux de la hampe rentrent tous ensemble dans la tige dont ils gagnent la région centrale ; ils se dispersent ensuite après s'être divisés et se répartissent dans la périphérie du système des faisceaux. La plupart de ces faisceaux se confondent avec des faisceaux périphériques, d'autres se rattachent aux lobes latéro-postérieurs des massifs sortants. Les hampes florales des Taccacées montrent donc, dans leur position sur la tige et dans l'insertion de leurs faisceaux des caractères qui les distinguent des rameaux axillaires. Ces hampes résultent du développement de bourgeons oppositifoliés.

La feuille des Taccacées reçoit de la tige un grand nombre de faisceaux, tous de même ordre. Dans le pétiole les faisceaux se disposent d'abord en un seul arc. Le pétiole garde cette structure dans toute son étendue chez l'*Ataccia cristata*. On trouve la même structure dans la première feuille du jeune *Tacca pinnatifida*. Les feuilles qui viennent ensuite chez cette plante possèdent un arc antérieur formé par un seul faisceau inséré sur les deux faisceaux marginaux comme chez les Dioscorées. Dans les feuilles de la plante plus âgée les faisceaux de l'arc postérieur émettent des lobes qui forment un cercle interne de faisceaux. Ceux-ci représentent l'arc antérieur, ils s'anastomosent et se divisent en haut du pétiole.

Les fortes nervures de la feuille des Taccacées renferment plusieurs faisceaux dont les marginaux s'épuisent successivement pour fournir des faisceaux aux nervures plus grêles. La nervation est réticulée, les terminaisons en pointe libre, rares chez l'*Ataccia cristata*, sont très nombreuses chez le *Tacca*. Le pétiole du Tacca présente un renflement inférieur.

Le tubercule du *Tacca pinnatifida* a la forme d'une masse

renflée pédonculée. Le pédoncule est creusé d'un canal tapissé d'un épiderme ; ce canal se termine au niveau de l'insertion du pédoncule sur le renflement. Au fond du canal se trouve un bourgeon de tige qui s'y est invaginé ; ce bourgeon est celui de la tige principale si l'on considère le premier tubercule formé par la jeune plante, c'est un bourgeon axillaire si le tubercule s'est formé aux dépens d'un bourgeon axillaire.

Le renflement du tubercule est formé par l'épatement du bourgeon de la tige et par un accroissement secondaire dû à un point de végétation développé sous le bourgeon. Le tissu fondamental secondaire, se recloisonnant avant toute différenciation, donne un vrai méristème dans lequel se différencient les faisceaux primaires unipolaires qui prolongent les faisceaux pédonculaires et les faisceaux du bourgeon. La surface du tubercule est occupée par un liège peu différencié qui recouvre tout l'organe, même son point de végétation.

DEUXIÈME PARTIE.

DIOSCORÉES.

A. — DIOSCORÉES UNISEXUÉES.

CHAPITRE PREMIER.

LA TIGE DES DIOSCORÉES.

Historique.

Les tiges aériennes des Dioscorées ont été étudiées à plusieurs reprises par les anatomistes, et parmi eux nous trouvons au premier rang des observateurs comme H. von Mohl, C. Naegeli. Ces tiges sont, en effet, bien remarquables sous plusieurs rapports. Leurs massifs libéroligneux sont très peu nombreux ; dans chaque massif, le liber forme plusieurs îlots distincts. Le parcours des faisceaux de ces tiges est relativement simple, la trace foliaire est réduite à trois cordons. Tous ces caractères sont très exceptionnels parmi les Monocotylédonées ; ils méritaient de faire l'objet d'observations spéciales pour en apprécier la valeur exacte.

Hugo von Mohl (1) est le premier auteur qui se soit

---

(1) *Ueber den Bau des Palmenstammes*, p. 148. *Versmischte Schriften*, Tubingen, 1845.

occupé de la tige des Dioscorées au point de vue de la valeur des massifs libéro-ligneux. Les observations de Mohl ont été faites en vue de la comparaison de la tige des Dioscorées à celle des Palmiers. Mohl décrit la structure des massifs libéro-ligneux de la tige des Dioscorées, et il arrive à conclure que chacun de ces massifs est une anastomose dans laquelle entrent trois faisceaux simples, un grand faisceau antérieur et deux faisceaux postérieurs.

Longtemps après, Naegeli (1) dans son beau mémoire sur l'anatomie de la tige et de la racine des plantes vasculaires a décrit le parcours des faisceaux dans les tiges du *Dioscorea Batatas* Desne et du *Tamus communis L.* Pour le *D. Batatas*, Naegeli distingue deux cas. Dans le premier exemple, les feuilles étant opposées par deux, la tige présente douze faisceaux dont six sortiront dans les deux feuilles du second nœud, enfin les quatre derniers faisceaux s'anastomosent deux à deux au premier nœud, et chacun des plexus anastomotiques ainsi formés fournit cinq faisceaux dont trois sortiront directement comme foliaires.

Dans le second cas décrit par Naegeli, les feuilles sont alternes et disposées suivant le cycle $\frac{2}{5}$. A chaque nœud, l'unique feuille reçoit trois faisceaux ; les deux faisceaux qui enserrent le sortant médian s'anastomosent et reforment en tout cinq faisceaux, dont trois sortiront directement ; deux de ceux-ci sont voisins et parfois même confondus sur une partie de leur parcours. Le nombre des faisceaux dans ce cas peut varier de treize à dix.

Naegeli admet que les massifs les plus rapprochés de l'axe (réparateurs) représentent la trace inférieure des faisceaux qui sortent au deuxième nœud supérieur. — Les exemples de Naegeli sont empruntés à des tiges grêles, certains massifs libéro-ligneux n'y sont pas représentés. Lorsqu'elle a atteint à peu près sa taille définitive, la tige

---

(1) *Beitr. zur wiss. Botanik,* Erstes Heft. Leipzig 1858.

des Dioscorées se réduit beaucoup vers son extrémité ; or, Naegeli a étudié surtout des points de végétation pris sur ces tiges en voie de réduction. Dans ces tiges on peut voir un massif réparateur fournir un massif sortant et ne pas se continuer plus haut. C'est là très vraisemblablement la cause de cette interprétation de Naegeli qui regarde les réparateurs comme la trace inférieure des massifs sortants.

Pour le parcours des faisceaux dans la tige du *Tamus communis*, Naegeli distingue quatre cas ; le cycle restant toujours de $\frac{5}{13}$ en général, les différences résident dans la plus ou moins grande indépendance des systèmes ou traces foliaires. — Dans le premier cas, le faisceau foliaire médian parcourt trois entrenœuds avant de sortir. — Dans le second cas ce faisceau parcourt cinq entrenœuds, dans le troisième huit entrenœuds, dans le quatrième sept entrenœuds ; des différences analogues se voient dans le parcours des faisceaux foliaires latéraux.

Naegeli n'émet pas d'opinion au sujet de la valeur des massifs libéro-ligneux de la tige.

Incidemment, dans son grand travail sur la structure des organes végétatifs des Monocotylédonées, M. Falkenberg (1) décrit la course des faisceaux dans la tige du *Dioscorea villosa*. Parmi les cinq faisceaux du pétiole de cette plante le médian et les deux marginaux se continueraient en descendant par trois faisceaux du cercle externe de la tige, les deux autres que j'appelle les faisceaux intermédiaires s'insèreraient chacun par deux branches sur les réparateurs voisins du faisceau médian. Nous verrons que les faisceaux intermédiaires ont une autre origine. L'erreur de M. Falkenberg me semble provenir de ce qu'il a considéré comme le prolongement inférieur des faisceaux intermédiaires l'insertion du bourgeon axillaire.

---

(1) *Vergl. Unters über d. Bau d. Vegétationsorgane des Monocotyl.* Stuttagrt. 1876.

Douze ans plus tard, en 1888, M. Beauvisage (1) reprend de nouveau l'étude du parcours des faisceaux dans la tige du *Dioscorea Batatas*. Cet auteur considère comme type de ce parcours un rameau présentant seize faisceaux dont huit carénaux (sortants) et huit valléculaires (réparateurs), et dont les feuilles sont régulièrement verticillées par deux. D'après cet auteur, tous les autres dispositifs ne seraient que des anomalies. — M. Beauvisage montre que dans les régions nodales, les réparateurs s'unissent d'abord par leurs portions antérieures, les masses latéro-postérieures de ces massifs n'entrant en rapport que plus haut, alors que la pointe des réparateurs est déjà reconstituée.

Les travaux ci-dessus sont ou des indications incidentes données dans une étude d'anatomie des Monocotylédonées, telles sont les observations de Nægeli et de Falkenberg, ou bien des notes sur un point spécial de la structure des Dioscorées comme celles de Mohl et de M. Beauvisage.

Le premier travail s'occupant spécialement de l'anatomie des Dioscorées est dû à M. Jüngner (2) qui étudie successivement : la différenciation des tissus et les tissus différenciés de la tige et de la feuille des Dioscorées. Les massifs libéro-ligneux de la tige dériveraient chacun d'une cellule méristématique, ce qui amène l'auteur à cette conclusion que ces massifs sont des faisceaux simples. Le parcours des faisceaux a été étudié par M. Jungner chez les *D. Batatas*, *D. punctata* et *D. retusa*. L'auteur insiste sur les différences que l'on observe dans le cycle entre les divers individus, ou entre les divers rameaux d'un même individu, et même entre les divers entrenœuds d'un même rameau. Il constate au contraire que le système des faisceaux descendant de la feuille dans la tige se comporte uniformément chez les

---

(1) La course des faisceaux dans la tige du *D. Batatas*. *Bull. trimestriel de la Soc. bot. de Lyon*, nos 3 et 4, 1888, p. 78.

(2) *Bidrag till Kännedomen om Anatomien hos Familjen Dioscoreæ*. *Bihang till Vet. Akad. Handlingar*. Bd 13 Afd. III n° 7. Stockholm 1888.

divers individus de la même espèce et même chez toutes les plantes de la famille des Dioscorées.

M. Bucherer (1) a étudié surtout l'anatomie du *Tamus communis*. Il compare la structure de cette plante à celle du *Dioscorea Batatas* et du *D. sinuata*. La conformation des massifs libéro-ligneux de la tige du *D. Batatas* l'amène à cette conclusion que chacun des massifs libéro-ligneux a la valeur d'une masse anastomotique composée de deux faisceaux, un grand faisceau antérieur et deux faisceaux postérieurs. — Il figure comme parcours moyen chez le *Tamus* un rameau qui répond au troisième cas figuré par Naegeli. Dans ce parcours, M. Bücherer a figuré également l'insertion du bourgeon axillaire, mais il n'a pas observé les insertions latérales de ce bourgeon.

Cet exposé des travaux antérieurs relatifs à la tige des Dioscorées nous montre que la valeur des massifs libéro-ligneux de cette tige est très discutée. Mohl et M. Bücherer considèrent ces massifs comme ayant une valeur anastomotique, tandis que MM. Falkenberg et Jungner regardent ces mêmes massifs comme des faisceaux simples.

Au sujet du parcours des faisceaux, les recherches antérieures avaient montré la grande variété de ce parcours. L'insertion du bourgeon axillaire était imparfaitement décrite.

§ 1. — Morphologie de la tige des Dioscorées.

Les tiges aériennes des Dioscorées sont très allongées, cannelées. Le nombre des cannelures est variable, jamais inférieur à quatre, il dépasse rarement quinze. Entre deux cannelures voisines se trouve une arête. Au nœud, trois des arêtes de la tige se continuent par les trois arêtes principales

(1) Bücherer *Beitr. z. Morphol. u. Anat. der Dioscoreaceen. Bibliotheca botanica*, Heft 16. Cassel 1889.

du pétiole ; elles sont en général remplacées sur la tige par un nombre égal d'arêtes qui prennent naissance dans l'aisselle de la feuille, et qui, très peu marquées à leur origine, deviennent de plus en plus nettes à mesure que l'on approche de leur terminaison dans les pétioles.

Les feuilles des Dioscorées sont alternes, cependant on trouve de nombreuses tiges où elles sont verticillées par deux, trois et même par quatre. Dans une même espèce comme le *Dioscorea Batatas* Decsne, et sur une même plante, on peut observer des feuilles alternes disposées suivant les cycles $\frac{2}{5}$ ou $\frac{3}{8}$, alors que d'autres rameaux présentent des feuilles verticillées par deux ou par trois. Il y a lieu de distinguer entre les rameaux qui offrent accidentellement des verticilles de feuilles et ceux dont tous les nœuds portent régulièrement le même nombre de feuilles. Ces derniers rameaux sont vraiment verticillés et pour ainsi dire régularisés. Ils portent, les uns deux feuilles, les autres trois feuilles à chaque nœud.

Les verticilles de quatre feuilles sont exceptionnels et n'ont rien de régulier.

Dans les rameaux à feuilles alternes de cycle $\frac{3}{8}$ du *D. Batatas*, on voit souvent des feuilles insérées au même niveau, mais dans ce cas, l'angle de divergence de ces deux feuilles est bien encore de $\frac{3}{8}$. Ces pseudo-verticilles sont donc formés par le rapprochement de deux termes du cycle.

Dans la même espèce, les tiges fournies par la germination des bulbilles ont leurs feuilles alternes disposées suivant le cycle $\frac{1}{2}$.

Chez les autres espèces de *Dioscorea*, on peut observer des variations analogues, mais moins nombreuses. Les *D. sinuata* et *D. illustrata* m'en ont montré des exemples.

Chez le *Dioscorea multicolor* le cycle est de $\frac{2}{5}$ dextre. Il en est de même chez le *D. illustrata*.

Les *D. alata*, *D. repanda*, *D. salicifolia* et *D. anguina* présentent normalement des tiges à feuilles verticillées par deux.

Chez le *Tamus communis*, le cycle est de $\frac{3}{8}$ sénestre, tandis que chez le *Testudinaria elephantipes* il est de $\frac{3}{8}$ dextre.

Les tiges des Dioscorées sont volubles à droite ou à gauche. Elles sont souvent très fortement tordues à gauche ou à droite, de sorte qu'il est difficile de déterminer le cycle foliaire sans avoir recours à l'anatomie.

Ces tiges se ramifient normalement et possèdent presque toujours plusieurs bourgeons axillaires situés l'un derrière l'autre dans l'aisselle de chaque feuille. Ordinairement un seul de ces bourgeons se développe en un rameau. Cependant les rameaux florifères du *D. Batatas* et certaines tiges du *Testudinaria elephantipes* présentent assez souvent deux rameaux développés dans l'aisselle de chaque feuille.

Les tiges du *Dioscorea Batatas* et de l'*Helmia bulbifera* produisent des bulbilles à l'aisselle de leurs feuilles. Ces bulbilles peuvent accompagner un rameau bien développé ayant par exemple fourni une inflorescence ; dans ce cas, la bulbille est située entre le rameau axillaire et le pétiole. — Nous verrons plus loin qu'on doit attribuer à ces bulbilles la valeur de rameaux axillaires renflés, dont le parenchyme très développé contient une abondante réserve amylacée.

§ 2. — Anatomie de la tige des Dioscorées.

a. — *Structure de la section moyenne d'un entrenœud.*

La section internodale moyenne présente des angles saillants alternant avec des sinus. Le tissu fondamental externe est séparé du tissu fondamental interne par une gaîne mécanique. Les massifs libéro-ligneux s'appuient contre cette gaîne. Ils forment deux séries alternes, les plus grands s'avancent plus loin vers le centre de figure. Ce sont les massifs *réparateurs*. Les autres sont les massifs *sortants*.

L'épiderme est muni d'une cuticule couverte de stries parallèles aux cannelures de la tige. Cet épiderme porte des stomates et des poils. Ceux-ci se composent d'une cellule formant un court pédoncule et d'une masse pluricellulaire sphérique ou fusiforme. D'autres poils se terminent par une longue cellule pointue (*Helmia hirsuta*), ou par une cellule représentant deux grands prolongements latéraux (*Dioscorea aculeata*).

Dans le tissu fondamental, on peut distinguer deux régions : le tissu fondamental externe ou cortical, et le tissu fondamental interne. Ces deux régions sont séparées par une assise de cellules, qui renferment dans la tige âgée de certaines espèces de gros cristaux prismatiques d'oxalate de chaux. Les cellules de cette assise ne présentent pas sur leurs parois les plissements ou les cadres considérés comme caractéristiques de l'endoderme.

Le tissu fondamental externe est représenté par un parenchyme chlorophyllien à parois minces ou peu épaissies. En face des arêtes de la tige, on trouve en outre sous l'épiderme un amas de collenchyme, au milieu duquel on voit souvent une cellule à raphides.

La région extérieure du tissu fondamental interne est formée par des cellules épaissies constituant une gaîne mécanique. Les faisceaux s'appuient contre cette gaîne par leur face postérieure.

Le reste du tissu fondamental interne est formé de cellules à parois minces dont le diamètre augmente à mesure que l'on s'approche du centre de la tige. Ces cellules renferment souvent de l'amidon.

Dans la tige des Dioscorées les massifs libéro-ligneux (1) sont disposés sur deux rangs. Aux arêtes de la surface correspondent les massifs libéro-ligneux les plus petits, qui

(1) Je n'emploie pas l'expression *faisceau* pour bien spécifier que je ne considère pas ces massifs comme des faisceaux simples, mais bien comme des groupes dans la constitution desquels interviennent plusieurs faisceaux.

fournissent les faisceaux sortant dans les feuilles. Nous les appellerons *massifs sortants*. — Les autres massifs, plus grands, alternant avec les premiers, sont situés en face des cannelures de la surface : ils ne sortent pas directement dans les feuilles, mais s'anastomosent aux nœuds pour réparer les faisceaux sortis. Nous les appellerons *massifs réparateurs*. Ils s'avancent plus près du centre que les massifs sortants et leur ensemble a souvent été désigné sous le nom de cercle interne de faisceaux (1).

Dans la pointe antérieure d'un massif réparateur, on trouve des trachées et derrière celles-ci des vaisseaux dont le diamètre devient de plus en plus grand. En arrière de ce premier groupe ligneux, le liber peut affecter deux dispositions principales. Chez *Tamus communis*, *Tamus edulis*, *T. cretica*, *Testudinaria elephantipes*, *Dioscorea villosa*, (fig. 20 pl. V) *D. sinuata*, *D. variifolia*, *D. quinqueloba*, *D. multicolor* fig. 19 pl. V), *Rajania cordata*, la masse libérienne est simple et médiane ; elle comprend deux ou trois cellules grillagées de grand diamètre situées à sa partie antérieure, les autres éléments sont beaucoup plus étroits. — Chez d'autres Dioscorées, *Dioscorea Batatas* (fig. 4 pl. V), *D. illustrata* (fig. 13), *D. discolor*, *D. javanica*, *D. spiculata*, *D. aculeata*, *D. anguina*, *D. repanda*, *D. pentaphylla*, *Helmia bulbifera*, *H. hirsuta*, *Rajania angustifolia*, *R. pleioneura* (fig. 23, pl. V), le liber antérieur des massifs réparateurs occupe toute la largeur du massif. Il est divisé en deux masses, l'une droite, l'autre gauche, comprenant chacune un ou deux grands tubes grillagés. Accidentellement, certains réparateurs peuvent n'avoir à un niveau donné qu'une seule masse libérienne antérieure située alors à droite ou à gauche. — En arrière de ce liber, on retrouve de grands vaisseaux ligneux, les plus grands

(1) M. Beauvisage, dans son travail sur le parcours des faisceaux dans la tige du *Dioscorea Batatas* Desne, appelle *valléculaires* les massifs que j'appelle réparateurs, et *carénaux* les massifs sortants.

des éléments vasculaires des Dioscorées. Ces vaisseaux peuvent être au nombre de deux (*Dioscorea Batatas*, *D. multicolor*, *Rajania pleioneura*), ailleurs il n'en existe qu'un seul (*D. illustrata*, *D. discolor*).

Chez les *D. illustrata* et *discolor*, cette première portion des réparateurs est séparée par plusieurs assises de tissu fondamental de celle qui nous reste à décrire.

La partie postérieure des réparateurs, qui, chez la plupart des Dioscorées, est immédiatement contiguë à la portion déjà décrite comprend un à trois groupes libériens et des éléments ligneux, parmi lesquels on ne trouve de trachées que chez *D. illustrata* et *D. discolor*.

Les massifs sortants sont aussi des massifs composés, un peu moins complexes toutefois que les massifs réparateurs. Leur portion antérieure comprend une seule masse libérienne médiane ; c'est elle qui sort comme faisceau foliaire. Le bois comprend en avant des trachées, puis des éléments ligneux formant une lame bifurquée en Y, qui enferme entre ses deux branches la masse libérienne. Leur portion postérieure comprend des vaisseaux ligneux, des fibres ligneuses et un à quatre groupes grillagés. — Chez *Tamus communis*, *T. cretica*, *Testudinaria elephantipes*, et les Dioscorées à tige grêle (*D. villosa*) le liber ne forme qu'un seul groupe dans le massif sortant.

b. — *Parcours des Faisceaux.*

Le parcours des faisceaux de la tige des Dioscorées est très uniforme si l'on ne considère que le mode suivant lequel se fait la réparation des faisceaux. Au contraire, suivant le cycle qui préside à la disposition des feuilles, le parcours est plus ou moins profondément modifié. Dans cette étude, nous prendrons toujours pour type le rameau moyen. Nous indiquerons ensuite les principales variantes que nous avons rencontrées dans les autres rameaux.

Le *Tamus communis* présentant à peu près le type moyen du parcours des faisceaux de la tige des Dioscorées, nous commencerons notre étude par cette plante. Nous rapprocherons du *Tamus* le *Testudinaria*. Puis nous passerons au *Dioscorea Batatas*, aux autres *Dioscorea* et enfin au genre *Rajania*.

1. Tige du Tamus Communis L.

Particularités histologiques. — Les éléments du parenchyme herbacé ont des parois minces. Les groupes collenchymateux sont très développés. L'écorce est plus épaisse dans la région inférieure de la tige où le collenchyme disparaît en même temps que les cannelures ne sont plus visibles à la surface.

La gaîne mécanique a cinq ou six couches de cellules dont les plus externes sont très épaissies.

Dans le tissu fondamental interne on observe quelques cellules à tannin.

Les faisceaux sont adossés à la gaîne mécanique. Les massifs sortants, qui forment le rang externe, n'ont qu'une masse libérienne antérieure et une masse libérienne postérieure. Dans le groupe libérien antérieur des réparateurs, ainsi que dans le liber des massifs sortants, les plus grands tubes grillagés occupent la partie antérieure du groupe. Au contraire, dans le groupe libérien postérieur des réparateurs, les plus grands éléments se trouvent à la région postérieure du groupe.

Parcours des faisceaux dans la Tige du Tamus communis L.

Un rameau moyen de *Tamus* possède huit massifs réparateurs situés en face des cannelures de la tige, et autant de systèmes sortants en face des arêtes.

Le cycle du rameau est $\frac{3}{8}$ sénestre.

Chaque feuille reçoit trois faisceaux de la tige : un médian, un latéral gauche et un latéral droit.

Un faisceau médian *Nm* naît au nœud *n*-5 de la droite du réparateur situé à sa gauche, c'est-à-dire qu'il parcourt cinq entrenœuds avant sa sortie. Il en est de même du faisceau latéral gauche. Un faisceau latéral droit *Nd* naît au nœud *n*-3 de la droite du réparateur situé à sa gauche. Le faisceau médian et le latéral gauche parcourent donc cinq

entrenœuds de la tige avant leur sortie, tandis que le faisceau latéral droit n'en parcourt que trois.

Chacun des systèmes sortants fournit successivement un faisceau latéral droit, un faisceau latéral gauche et un faisceau médian. Le faisceau latéral droit et le faisceau latéral gauche fournis par un système sortant donné n (1) se forment en même temps au nœud n. Le faisceau latéral droit sort au nœud $(n + 3)$ dans la feuille $(n + 3)$. Le faisceau latéral gauche sort au nœud $(n+5)$ dans la feuille $(n+5)$ (2).

Au nœud $(n + 3)$, le réparateur $(n + 3)$ Rn fournit la branche dont sortira le médian Nm qui, comme nous l'avons dit parcourt, cinq entre-nœuds avant de sortir. Ce même réparateur fournit en outre une branche vasculaire qui va se placer à droite de la branche Nm entre celle-ci et la branche $(n+5)$ g. Cette branche intercalaire n'a pas de trachées, elle formera la partie postérieure du réparateur nR $(n + 5)$ au nœud $(n + 5)$.

Sur une section donnée du rameau moyen, on trouve (fig. 2 pl. V) trois systèmes sortants représentés chacun par une seule branche : ce sont les branches qui fournissent les faisceaux médians des trois premières feuilles au-dessus du niveau considéré. Ces trois systèmes sortants porteront les numéros 1, 2 et 3. Les systèmes sortants situés à droite des trois précédents (leurs numéros d'ordre sont 6, 7, 8) présentent chacun deux branches sortantes ; ces branches fourniront des faisceaux latéraux. Les notations de ces branches sont 1d et 3g pour le système 6, 2d et 4g pour le système 7,

---

(1) Le numéro d'ordre de chacun des systèmes sortants sera celui de la feuille à laquelle il fournit le faisceau médian. — Dans un système sortant, chaque branche sera désignée par rapport à la feuille dans laquelle elle sort, de sorte que les branches médianes seules porteront le même numéro que le système sortant dont elles proviennent. — Chacun des réparateurs sera désigné par la lettre R précédée du numéro du système sortant situé à sa gauche, et suivie du numéro du système sortant situé à sa droite.

(2) Un système sortant donné n a à sa gauche le système sortant $(n + 3)$ et à sa droite le système $(n + 5)$.

3*d* et 5*g* pour le système 8. Enfin les deux systèmes sortants situés à gauche des systèmes 1 et 2 dont les numéros d'ordre sont 4 et 5 présentent deux massifs sortants avec trachées, celui de gauche fournira un faisceau médian, celui de droite fournira un faisceau foliaire latéral gauche. On trouve en outre, entre les deux branches précédentes une masse sans trachées. Cette masse se trouve en face d'une légère dépression de la surface, elle ne fournit pas de faisceau sortant; elle formera la partie postérieure d'un réparateur au nœud 1 pour le système 4, au nœud 2 pour le système 5.

Lorsqu'une branche d'un système sortant émet un faisceau foliaire, celui-ci est formé par la partie antérieure du massif sortant, cette partie s'isole du reste du massif et sort. La partie postérieure se divise en deux masses, l'une droite, l'autre gauche qui s'écartent pour laisser sortir le faisceau foliaire. Ces masses libéro-ligneuses postérieures qui restent dans la tige servent : 1° à l'insertion du bourgeon axillaire ; 2° à reformer les masses postérieures semblables des faisceaux de l'entre-nœud supérieur.

Soit une feuille dont le médian est le faisceau 1*m* (fig. 1 et 2 pl. V). Avec ce faisceau, la feuille 1 reçoit : le faisceau latéral gauche 1*g* qui sort de la branche droite du système sortant 4; et le faisceau latéral droit 1*d* qui sort de la branche gauche du système sortant 6. — Si nous comparons les systèmes sortants 4 et 6 au-dessous du nœud 1, nous voyons qu'il ne sont pas identiques. Entre les deux branches 4*m* et 1*g* du système sortant 4 se trouve une masse libéro-ligneuse sans trachées, devant laquelle au nœud 1 viendra se placer le réparateur 4*R*1. Le système sortant 6 ne comprend, au contraire que deux branches ayant toutes deux des trachées. Ce sont 1*d* et 3*g*. Cette branche 3*g* fournira le faisceau latéral gauche de la feuille 3. Elle restera libre au nœud 1.

Avant que la sortie des faisceaux foliaires soit achevée,

les deux réparateurs qui comprennent le sortant médian, c'est-à-dire 4*R*1 et 4*R*6 s'anastomosent entre eux. Puis le réparateur 4*R*1 s'éloigne vers la gauche et vient se placer en avant de la masse sans trachées située entre 4*m* et 1*g*. Cette branche 4*m* se trouvera ainsi entre deux réparateurs jusqu'au nœud 4.

En se déplaçant vers la gauche, le réparateur 4*R*1 a fourni à sa droite deux branches sortantes qui répareront le système sortant 1. Ces deux branches fourniront les faisceaux 4*d* et 6*g*.

En se déplaçant vers la gauche, pour venir occuper la place du faisceau 1*m*, le réparateur 1*R*6 fournit à sa droite une branche avec trachées 6*m* et une branche sans trachées entre 6*m* et 3*g*. La branche 6*m* fournira le faisceau médian de la feuille 6. Au nœud 3, la masse sans trachées placée entre 6*m* et 3*g* formera la partie postérieure du réparateur 6*R*3. Le faisceau 6*m* restera seul entre les deux réparateurs 1*R*6 et 6*R*3 jusqu'à sa sortie au nœud 6.

Si pour résumer, nous considérons les variations d'un système sortant dans un cycle entier, nous voyons (fig. 1 pl. V) qu'après avoir fourni le faisceau médian de la feuille 1 au nœud 1, le système sortant 1 est remplacé par deux branches 4*d* et 6*g* formées à la droite de 4*R*1 ; la branche 4*d* fournit le faisceau latéral droit de la feuille 4, tandis que 6*g* fournit le faisceau latéral gauche de la feuille 6. Au nœud 4, le réparateur 4*R*1 forme à sa droite une branche 1*m* avec trachées et une autre sans trachées entre 1*m* et 6*g*. Au nœud 6 la branche 6*g* fournira le latéral gauche et le réparateur 1*R*6 viendra se placer en avant de la masse sans trachées. A partir du nœud 6, la branche 1*m* restera seule entre les deux réparateurs 4*R*1 et 1*R*6 jusqu'au nœud 1 du cycle suivant.

Lorsqu'aux régions nodales, les réparateurs se déplacent vers la gauche, c'est leur partie antérieure seule qui se déplace. Les masses postérieures des réparateurs sont

encore distinctes, tandis que les masses antérieures sont déjà anastomosées et ont déjà partiellement réparé les faisceaux foliaires.

Les portions postérieures des massifs sortants restées dans la tige s'anastomosent alors entre elles et avec les masses postérieures des réparateurs pour donner à l'entrenœud suivant les régions analogues des massifs sortants ou réparateurs. Ces faisceaux postérieurs reçoivent en outre l'insertion des bourgeons et des racines latérales quand il s'en produit.

Dans les gros rameaux du *Tamus communis*, chacun des systèmes sortants, aussitôt après avoir fourni le faisceau *Nm* est réparé par trois branches. Celle de gauche fournira le faisceau latéral droit de la feuille $(N+3)$, celle de droite fournira le faisceau latéral gauche de la feuille $(N+5)$; la branche moyenne fournira le faisceau médian *Nm*. La branche moyenne *Nm* parcourt de la sorte un cycle entier au lieu de cinq entrenœuds seulement, comme dans notre rameau moyen. Les deux systèmes réparateurs qui enserrent le médian *Nm*, au lieu de s'infléchir d'une même quantité vers la gauche au nœud *N* s'écartant l'un de l'autre, l'un allant à droite, l'autre à gauche. M. Bücherer a représenté le parcours dans un de ces rameaux (1).

Au contraire, dans les rameaux plus grêles que notre rameau moyen, si nous considérons le système sortant 1, nous verrons que les deux branches 4*d* et 6*g* formées au nœud 1 y resteront confondues jusqu'au près du nœud 4.

Dans des rameaux plus grêles encore, chacun des systèmes n'est jamais représenté que par une seule branche. Cette branche fournit successivement les deux latéraux, puis le faisceau médian. Elle est réparée après chaque sortie par une seule branche. C'est la plus grande simplification que j'aie observée.

---

(1) Bucherer, E. — Beitr. zur Morphologie und Anatomie der Dioscoreaceen. Pl. IV fig. 3 in *Bibliotheca botanica* Heft 16. — Cassel 1889.

On pourra trouver le long d'un même rameau des variations de calibre qui, sans que le cycle change, occasionneront des variations dans le parcours des faisceaux. Un même rameau pourra présenter à la base le type moyen et plus haut le type des gros rameaux.

2. Tige de Testudinaria elephantipes Burch.

Les rameaux de *Testudinaria elephantipes* sont volubiles à gauche et fortement tordus dans le même sens. La surface n'est pas cannelée.

Particularités histologiques. — La section transversale moyenne de l'entrenœud ressemble beaucoup à celle du *Tamus communis*. Une gaîne mécanique plus épaisse que celle du *Tamus* entoure l'ensemble des faisceaux. Cette gaîne comprend une dizaine d'assises cellulaires. Le tissu fondamental externe contient une zone irrégulière de cellules riches en tannin, plus grandes que les cellules voisines (fig. 3 pl. V). Les amas collenchymateux sont très développés. On trouve des cellules à tannin parmi les cellules de la gaîne mécanique.

Les réparateurs et les sortants sont au nombre de huit comme chez *Tamus*. Le cycle est aussi de $\frac{3}{8}$, mais la plante est dextre. Les réparateurs, au lieu de se déplacer à chaque nœud vers la gauche comme dans le rameau moyen de *Tamus*, se déplacent vers la droite.

Dans les rameaux grêles, les systèmes sortants sont représentés par une seule branche.

La section fig. 3 pl. V représente un rameau un peu plus grêle que le rameau moyen. Les systèmes sortants sont représentés par une seule branche à l'exception des deux sortants situés à droite des sortants 1 et 2.

3. Tige du Dioscorea Batatas Dcsne.

Les tiges du *D. Batatas* présentent des cannelures très nettes en face des massifs réparateurs et des arêtes en face des massifs sortants.

L'assise la plus profonde du tissu fondamental externe est formée de cellules non épaissies renfermant dans les tiges âgées des cristaux prismatiques d'oxalate de chaux. Les assises suivantes contiennent de la chlorophylle. Les assises les plus extérieures sont collenchymateuses (*Col* fig. 5 pl. V). Les cellules de la gaîne mécanique sont moins épaissies que chez le *Tamus communis*.

Les massifs réparateurs (fig. 4 pl. V) sont beaucoup plus grands que les massifs sortants. Leurs vaisseaux ligneux *vl* et leurs cellules grillagées *cg*, sont de plus grand diamètre. La masse antérieure du liber des réparateurs est toujours bilobée, λ*g* et λ*d*. Chaque lobe contient deux grandes cellules grillagées occupant la région antérieure.

La portion postérieure du réparateur renferme une ou deux masses libériennes accompagnées de quelques vaisseaux et de fibres ligneuses (*vp* et λ*p* fig. 4 pl. V.)

Chaque système sortant peut être représenté, suivant le développement de la tige en diamètre et le niveau de la section considérée dans le cycle par 1, 2, 3, 4 ou 5 branches. Parmi celles-ci, 3 au plus fournissent des faisceaux foliaires. Un système sortant n'est représenté que par une seule branche dans les trois entrenœuds qu'il parcourt avant de fournir un faisceau foliaire médian.

Chaque branche d'un système sortant comprend une portion antérieure avec trachées et vaisseaux formant un V. Entre les deux branches du V se trouve la masse libérienne antérieure (λ*a* fig. 5 pl. V), dans laquelle le plus grand élément grillagé est antérieur. La portion postérieure renferme une ou deux masses libériennes λ*p* et quelques vaisseaux ligneux (fig. 5 pl. V.)

Dans les entrenœuds on trouve de nombreuses branches horizontales grêles formées par des trachées courtes qui mettent en relation les masses postérieures des faisceaux voisins, sortants ou réparateurs.

Les tiges sont fortement tordues vers la droite et l'hélice (1)

---

(1) Cette hélice doit être considérée indépendamment de la torsion.

qui passe par les feuilles successives d'un cycle est dextre, vue de l'extérieur de la tige (1). Dans les tiges à feuilles alternes, le pas de l'hélice est variable, il peut être égal à O en certains points, ce qui produit de faux verticilles de deux feuilles.

Rameau moyen de cycle $\frac{3}{8}$ dextre.

Dans les rameaux moyens de *D. Batatas*, le cycle est de $\frac{3}{8}$ dextre. Les feuilles sont souvent rapprochées par deux en pseudo-verticilles, mais dans ce cas l'angle de divergence reste encore de $\frac{3}{8}$. Ces tiges ont, comme les tiges de *Tamus*, huit systèmes réparateurs et huit systèmes sortants.

Sur une section transversale donnée (fig. 6 pl. V), deux des systèmes sortants (4 et 5, si nous considérons une section faite au-dessous du nœud 1, (fig. 6 pl. V), ont trois branches, trois autres systèmes sortants présentent deux branches (6 et 7), les trois derniers n'ont chacun qu'une seule branche (1, 2 et 3 fig. 6).

Soit la région nodale 1 : Les réparateurs 6*R*1 et 1*R*4 s'anastomosent, puis à l'ensemble s'ajoute *r*4. La feuille 1 reçoit trois faisceaux qui sont les portions antérieures de trois branches sortantes ; le faisceau médian provient de la branche 1*m* du système 1, le faisceau latéral gauche provient de la branche 1*g* qui appartient au système 6, le faisceau latéral droit provient de la branche 1*d* qui appartient au système 4. Le réparateur 6*R*1 se déplace vers la droite pour occuper la place de 1*m* et fournit à sa gauche deux branches sortantes *r*6 et 6*m*. Pour réparer le système sortant 1, une branche d'abord simple, s'insère à la fois sur 6*R*1 et sur 1*R*4. En se bifurquant, cette branche fournit 6*d* et 4*g*. La portion antérieure du réparateur 1*R*4 recule vers la droite pour permettre au système 1 de prendre deux branches au lieu d'une seule (comme au-dessous du nœud 1);

(1) Dans certains cas, la spire est sénestre.

1*R*4 vient se placer en avant de *r*4 qui représentera désormais sa portion postérieure. Les trachées qui existaient en avant de *r*4 ne se différencient plus à partir du point où cette masse fait partie du réparateur 1*R*4.

En somme les deux réparateurs qui enserrent le faisceau 1*m* se sont déplacés vers la droite. Le sortant 1 est réparé par deux branches qui fourniront des faisceaux foliaires latéraux. Le système sortant 6 qui fournit le faisceau latéral 1*g*, est complété par deux branches *r*6 et 6*m*. Le système sortant 4 qui fournit le faisceau latéral 1*d* est réduit à une seule branche 4*m*.

Si nous considérons les variations d'un système sortant 1 dans l'étendue d'un cycle entier, nous voyons que ce système est représenté à sa base, c'est-à-dire au dessus du nœud 1, par deux branches 6*d* et 4*g*. La branche 4*g* sort au nœud 4, elle est remplacée par deux branches *r*1 et 1*m*. Le système 1 au-dessus du nœud 4 a donc trois branches : 6*d*, *r*1, et 1*m*, il reste ainsi représenté jusqu'au nœud 6. A ce niveau 6*d* sort, *r*1 est englobé dans le réparateur 6*R*1 qui s'est déplacé, de sorte que le système 1 n'est plus représenté que par une seule branche 1*m* depuis le nœud 6 jusqu'au nœud 1 du cycle suivant.

Comme particularité assez fréquente dans ces rameaux, il nous reste à signaler la présence de faux verticilles. Dans un rameau de cette catégorie, les feuilles 1 et 2, 3 et 4, 6 et 7 pourront être rapprochées par 2 au même niveau, tandis que les feuilles 5 et 8 seront isolées. La fig. 7 pl V représente le parcours des faisceaux dans le premier nœud d'un de ces rameaux.

Par rapport au rameau moyen du *Tamus*, nous voyons que notre rameau moyen du *Dioscorea Batatas* présente comme principales différences :

1° Des trachées dans les masses *rn* des systèmes sortants.

2° La présence de faux verticilles.

3° Une hélice génératrice dextre au lieu d'une hélice sénestre.

Des rameaux de *Dioscorea Batatas*, plus forts que le rameau moyen présentent un parcours identique à celui que nous avons signalé chez les gros rameaux de *Tamus*.

Au nœud, les deux réparateurs qui comprennent le médian s'écartent l'un de l'autre, le réparateur de gauche incline vers la gauche, celui de droite allant à droite. Le système sortant médian du nœud est réparé par trois à cinq branches insérées sur un pont trachéen établi entre les deux réparateurs. Un système sortant n acquiert toute sa largeur et sa plus grande complication à sa base au nœud n. Il fournit un faisceau latéral à la feuille $(n+3)$ et il se réduit alors à deux ou trois branches. Il fournit plus haut un faisceau latéral à la feuille $(n+5)$ et ne présente plus au-dessus du nœud $(n+5)$ qu'une branche Nm comprise entre deux réparateurs et qui fournira le faisceau médian de la feuille N. Cette branche Nm parcourt un cycle entier. — Mais il suffit d'un écartement insuffisant des deux réparateurs à un nœud déterminé pour amener l'incomplète réparation d'un système sortant et pour influer sur une série de systèmes sortants placés à gauche du premier.

En somme, dans ces gros rameaux, un système sortant a toutes ses branches distinctes à sa base ; il se réduit chaque fois qu'il fournit un faisceau latéral jusqu'à ne plus présenter qu'une seule branche dans les trois entrenœuds qui précèdent sa sortie comme médian.

Une section transversale quelconque d'un de ces rameaux montrera trois systèmes sortants (1, 2, et 3) représentés par une seule branche, les autres auront au moins deux branches chacun, certains pourront même en avoir quatre ou cinq.

Les tiges plus grêles que notre rameau moyen peuvent présenter des systèmes sortants plus simples représentés au plus par deux branches dans leur plus grande largeur. Mais je n'ai jamais rencontré avec le cycle $\frac{3}{8}$ la réduction que j'ai observée chez *Tamus* dans les rameaux ou chaque sortant était représenté dans toute son étendue par une seule branche.

D'autres *rameaux grêles*, mais *de cycle* $\frac{2}{5}$, possèdent cinq réparateurs alternant avec cinq sortants simples ou représentés par deux branches (fig. 8 pl. V). Dans ces rameaux les réparateurs ne se déplacent pas au nœud. Il se produit une large région anastomotique comprenant quatre réparateurs. La feuille 1 reçoit les trois faisceaux 1, 3 et 4. Le sortant 1 est réparé par une branche insérée à la fois sur les deux réparateurs 3*R*1 et 1*R*4. Le nouveau sortant 3 est de même inséré sur 5*R*3 et sur 3*R*1. Quant au système 4, il est réparé par deux branches 4*m* et 2*g* qui s'insèrent sur un pont trachéen appuyé sur 1*R*4 et sur 4*R*2. — Au nœud suivant la feuille 2 recevra le faisceau 2 comme médian, le sortant 5 comme foliaire latéral droit et 2*g* comme latéral gauche.

Dans d'autres rameaux de même cycle, mais un peu plus forts, on peut avoir deux des cinq systèmes sortants représentés par deux branches à un même niveau. Ce cas est réalisé lorsque les feuilles sont groupées en faux verticilles. On aura par exemple au-dessous d'un nœud qui doit porter deux feuilles (2 et 3) les deux sortants 2 et 3 représentés par une seule branche, le sortant 4 représenté par deux branches 1*g* et 2*d* qui sortiront l'une dans la feuille 1, l'autre dans la feuille 2. J'ai pu observer sur un rameau de cette force :

Un 1er	nœud	portant	la feuille	1,
» 2e	»	»	les feuilles	2 et 3,
» 3e	»	»	»	4 et 5,
» 4e	»	»	»	1 et 2,
» 5e	»	»	»	3 et 4,
» 6e	»	»	la feuille	5,
» 7e	»	»	»	1,
» 8e	»	»	les feuilles	2 et 3, et ainsi de suite.

Ce rameau présentait ainsi une période de six nœuds portant dix feuilles.

Dans les tiges du *Dioscorea Batatas* étudiées jusqu'ici,

nous avons rencontré les cycles $\frac{3}{8}$ et $\frac{2}{5}$ avec feuilles alternes ou groupées en faux-verticilles. Chacun des systèmes sortants, composé de plusieurs branches, fournit successivement dans l'étendue d'un cycle deux faisceaux foliaires latéraux et un faisceau foliaire médian.

Dans d'autres rameaux, les systèmes sortants sont de deux sortes, les uns fournissent les faisceaux foliaires médians, ils sont bien distincts de ceux qui fournissent les foliaires latéraux. — Les tiges qui rentrent dans cette catégorie sont :

1°	Tiges verticillées par 3,	avec 12	réparat^rs^,	6	sortants	médians,	6	latéraux.
2°	» de cycle $\frac{2}{5}$,	avec 10	»	5	»	»	5	»
3°	» verticillées par 2,	avec 8, 6 ou 4,	»	4	»	»	4	»
4°	» de cycle $\frac{1}{2}$,	avec 4 ou 2,	»	2	»	»	2	»

1° Tiges à feuilles verticillées par 3.

Ces tiges sont les plus fortes que l'on rencontre chez le *D. Batatas*. Les réparateurs et les sortants sont au nombre de douze. Ces derniers sont généralement représentés par une seule branche ; six sortants fournissent les foliaires latéraux, six autres alternant avec les premiers, émettent les faisceaux foliaires médians. Les sortants médians parcourent deux entrenœuds, tandis que les latéraux ne parcourent qu'un entrenœud.

A chaque nœud, tous les réparateurs s'anastomosent entre eux en formant trois groupes de quatre pour réparer les sorties. Pour chaque feuille, les deux réparateurs qui comprennent le faisceau sortant médian fournissent chacun une partie du médian de l'entrenœud suivant. Les faisceaux latéraux s'insèrent aussi sur les deux réparateurs voisins, mais souvent leurs trachées sont en rapport avec les faisceaux réparateurs voisins du sortant médian seulement.

2° Tiges de cycle $\frac{2}{5}$ avec 10 réparateurs.

Dans ces tiges on trouve dix systèmes sortants dont cinq

médians toujours représentés par une seule branche et cinq latéraux parfois représentés par deux branches.

La réparation dans ces tiges se fait comme dans l'exemple précédent.

Les feuilles peuvent être réunies par deux au même nœud, mais généralement on n'a pas plus de deux verticilles successifs.

3° Tiges à feuilles verticillées par 2.

Dans ces tiges, les systèmes sortants sont au nombre de huit, dont quatre fournissent les faisceaux foliaires médians, tandis que les quatre autres fournissent les faisceaux foliaires latéraux.

Parmi ces tiges, les plus fortes sont directement insérées sur des tubercules de plantes d'un ou deux ans, elles présentent huit réparateurs. Les quatre réparateurs qui comprennent les faisceaux médians du nœud supérieur sont plus forts que les autres. Ces tiges ont été décrites par M. Beauvisage, qui les considère comme les rameaux types de la plante. — D'autres tiges, plus grêles, sont des rameaux axillaires des tiges verticillées par trois. Elles présentent seulement six ou quatre réparateurs. Lorsque quatre réparateurs seulement sont représentés, ils se déplacent à chaque nœud de manière à se trouver dans chaque entre-nœud à droite et à gauche des médians du nœud supérieur. — Ce cas a été décrit par Naegeli. C'est un cas de réduction des tiges à huit réparateurs.

4° Tiges de cycle $\frac{1}{2}$ à 2 réparateurs.

Ces tiges sont produites par la mise en végétation des bulbilles. Elles ont deux réparateurs et quatre systèmes sortants. Deux de ceux-ci fournissent les faisceaux foliaires médians, les deux autres fournissent les faisceaux foliaires

latéraux (fig. 9, pl. V). Toutes les sections transversales de ces tiges à un niveau quelconque sont symétriques par rapport à une droite. Cela tient au grand développement des feuilles portées par ces tiges grêles. Ces feuilles sont, en effet, les plus grandes que l'on observe chez le *Dioscorea Batatas*.

Dans un entrenœud donné *n*, la présence des deux grands réparateurs de part et d'autre du faisceau médian *Nm* donne à la tige une seule surface de symétrie qui coïncide avec celle de la feuille *n*. Il suffit de considérer deux entrenœuds successifs pour retrouver le caractère véritable de la tige, à savoir plusieurs surfaces de symétrie passant par une ligne commune.

4. Tige de Dioscorea illustrata Hort.

La tige moyenne du *D. illustrata* porte des feuilles dis posées suivant le cycle $\frac{2}{5}$ dextre (1). Les feuilles ne sont jamais réunies par deux au même niveau.

Les massifs réparateurs sont très développés radialement. Ils se composent d'une portion postérieure bien distincte (*Rp*, fig. 11 et 12, pl. V) qui présente parfois des trachées en avant, et d'une portion antérieure plus importante qui est le réparateur proprement dit. Le liber de ces réparateurs forme deux masses, l'une droite, l'autre gauche, encore plus nettement séparées que chez le *D. Batatas* (λg et λd fig. 13, pl. V).

Les massifs sortants sont très développés et comprennent, outre la masse libérienne antérieure λa, trois ou quatre masses de liber λp dans la région postérieure, dans cette portion qui ne sort pas de la tige (fig. 14, pl. V). La tige est fortement carénée en arrière de chaque massif sortant.

---

(1) J'ai observé aussi des cas où le cycle était sénestre, mais ces tiges sénestres sont moins communes.

Le nombre des réparateurs varie dans ces tiges de cinq à deux, il est très souvent de trois. Les sortants sont au nombre de cinq, rarement de quatre.

La tige moyenne régulière possède, au moins à sa base, cinq massifs réparateurs et cinq massifs sortants. Tel est l'état du premier entrenœud des rameaux axillaires. Si l'on étudie le premier segment de l'un de ces rameaux, on trouve à sa base cinq réparateurs composés chacun d'une masse antérieure et d'une masse postérieure, et cinq systèmes sortants représentés chacun par une seule branche (fig. 11, pl. V). En haut de ce segment le nombre des réparateurs est de trois au lieu de cinq (fig. 12, pl. V), le nombre des sortants restant de cinq.

Au premier nœud du rameau axillaire, la feuille 1 reçoit les faisceaux 1, 3 et 4 (fig. 15, pl. V). Les réparateurs 5 *R* 3, 3 *R* 1, 1 *R* 4 et 4 *R* 2 forment une grande anastomose. Le faisceau sortant 3 se trouve remplacé par un faisceau inséré sur 5 *R* 3 et 3 *R* 1. Le réparateur 5 *R* 3 n'a plus de portion antérieure au-dessus du nœud 1. Le réparateur 3 *R* 1 du second entrenœud s'insère à la fois sur 3 *R* 1 et sur 1 *R* 4. Le faisceau 1 est réparé par 1 *R* 4. Le faisceau 4 s'insère à la fois sur 1 *R* 4 et sur 4 *R* 2. Le réparateur 1 *R* 4 n'est plus représenté dans le second entrenœud. Nous voyons donc que le nombre des sortants est le même, mais les réparateurs 5 *R* 3 et 1 *R* 4 ont disparu. La tige à la base du second segment possède donc trois réparateurs et cinq sortants. Cette structure peut rester la même pendant un grand nombre d'entrenœuds (fig. 12, pl. V).

Considérons la seconde région nodale : le faisceau médian 2 est compris entre deux réparateurs qui s'anastomosent au moment de réparer les sorties (fig. 16, pl. V). Le réparateur gauche 4*R*2 se continue sans changer de place et fournit à sa gauche une branche qui remplacera le faisceau 4 (latéral gauche de la feuille 2). Le réparateur droit 2*R*5 fournit à sa gauche deux sortants qui remplaceront le médian 2 et le

sortant latéral droit 5. Ce réparateur $2R5$ se déplace vers la droite et va se placer à la droite du faisceau 5, entre ce dernier et le sortant 3. Après ce déplacement, ce réparateur s'appellera $5R3$.

Au nœud suivant, c'est le faisceau 3 qui sort comme médian. Ce réparateur $5R3$ qui a joué au nœud 2 le rôle d'un réparateur droit, fonctionne comme réparateur gauche. Puis ce réparateur traverse un nœud sans rien produire et au nœud suivant (nœud 5) il fonctionnera comme réparateur droit, et ainsi de suite.

Des trois sortants formés à un nœud, celui de droite sort de nouveau au nœud suivant, mais se trouve être alors le faisceau latéral gauche. Les deux sortants de gauche formés à un nœud traversent le nœud suivant sans sortir, puis sortent ensemble au second nœud, l'un comme médian (le faisceau latéral gauche), l'autre comme latéral droit.

A l'extrémité des rameaux ou chez certaines tiges grêles, le nombre des réparateurs est de deux, celui des sortants de quatre. Le cycle est $\frac{1}{2}$. A chaque nœud, les deux réparateurs se déplacent pour aller se mettre à droite et à gauche du faisceau médian de la feuille suivante. Deux des systèmes sortants fournissent les faisceaux médians, les deux autres fournissent les faisceaux latéraux. Ces tiges ressemblent complètement, pour le parcours des faisceaux, à celles du *D. Batatas* qui présentent le même cycle.

On peut rencontrer des tiges qui présentent le cycle $\frac{1}{2}$ avec quatre réparateurs et six sortants. Ces tiges sont plus fortes que les tiges moyennes dont le cycle est $\frac{2}{5}$, mais elles se réduisent après deux ou trois nœuds. Lorsqu'elles n'ont plus que cinq sortants, leur cycle est $\frac{2}{5}$.

5. Tige du Dioscorea discolor Hort Ber.

La tige présente cinq côtes très saillantes correspondant aux cinq systèmes sortants ; les feuilles sont plus grandes que chez le *D. illustrata*.

L'anatomie de la tige est très semblable à celle du *D. illustrata*. Toutefois les masses postérieures des réparateurs sont plus éloignées des portions antérieures, et renferment assez souvent des trachées dans leur pointe antérieure.

De même que chez *D. illustrata*, les rameaux axillaires possèdent cinq réparateurs et cinq sortants dans leur premier entrenœud au moins. Plus haut les faisceaux réparateurs s'épuisent et la tige a le plus ordinairement trois réparateurs seulement dont un, celui qui est à gauche du sortant médian, se déplace de $\frac{1}{5}$ de circonférence vers la gauche à chaque nœud. Le cycle est de $\frac{2}{5}$ sénestre.

6. Tige du Dioscorea repanda Blume.

La tige de la plante adulte a ses feuilles régulièrement verticillées par deux, tandis que celles des plantes de semis ont leurs feuilles disposées suivant le cycle $\frac{1}{2}$.

Le tissu fondamental externe est collenchymateux en face des arêtes. Ces arêtes sont peu accusées. La gaîne mécanique est formée de cellules très épaissies. Contre cette gaîne s'appuient les massifs libéro-ligneux dont tous les éléments sont durcis, à l'exception des masses libériennes et des fibres primitives placées en avant des trachées.

La masse libérienne antérieure des réparateurs est bilobée ; la portion postérieure de ces massifs renferme deux groupes libériens placés l'un derrière l'autre.

Dans les massifs sortants, on a une masse libérienne antérieure et deux petites masses postérieures, une à droite, une à gauche.

Les tiges dont les feuilles sont verticillées par deux ont huit réparateurs et huit sortants. Aux régions nodales, la réparation s'effectue comme dans les rameaux du *D. Batatas* à feuilles verticillées par deux.

Les tiges des plantes de semis ont quatre systèmes sortants et quatre réparateurs. Elles appartiennent au même type que les tiges formées sur les bulbilles du *D. Batatas*, mais

elles sont moins réduites, puisqu'elles ont quatre réparateurs au lieu de deux.

Les tiges des *D. salicifolia* Blume et *D. anguina* Roxb. ont les mêmes caractères anatomiques que celles du *D. repanda*. La tige du *D. spiculata* Blume se rapproche beaucoup de celle du *D. repanda*, mais elle présente à sa surface quatre ailes très accusées en relation avec les quatre séries de feuilles. Certains rameaux sont fortement tordus.

Les tiges du *D. alata* que j'ai pu étudier avaient leurs feuilles disposées par verticilles de deux. Elles présentaient quatre réparateurs et huit sortants. Ces rameaux représentent un type réduit de ce qui vient d'être décrit chez le *D. repanda*.

7. Tige du Dioscorea aculeata L.

Les tiges de cette plante sont arrondies, sans crêtes. Leur surface est toute velue. Les poils ont une forme spéciale, leur cellule terminale présente deux grands prolongements latéraux contournés et terminés en pointe.

La région corticale est peu épaisse, ses cellules conservent leurs parois minces. La gaîne mécanique est très développée, ses cellules sont très épaissies.

Dans les massifs réparateurs, le liber antérieur est représenté par deux groupes distincts. Le liber de la portion postérieure des réparateurs comprend deux masses moyennes situées sur un même arc de cercle, et une masse plus extérieure simple.

La tige présente huit réparateurs et huit sortants. Certains de ceux-ci peuvent avoir deux branches. Le cycle est $\frac{3}{8}$ dextre. Cette tige est plus simple que le rameau moyen du *Tamus* ou du *D. Batatas*, en ce que la plupart de ses systèmes sortants ne sont représentés que par une branche.

8. Tige de Dioscorea multicolor Lind. et André.

Les tiges de cette plante portent des feuilles disposées

suivant le cycle $\frac{2}{5}$ dextre. Elles sont arrondies avec de très légères côtes situées indifféremment en face des réparateurs ou en face des sortants (fig. 17 pl. V.)

La zone à oxalate de chaux est très nette, (*Ox* fig. 18 pl. V), chaque cellule contient un gros cristal prismatique. La gaîne mécanique sous-jacente se compose de cellules très épaissies (*Gm* fig. 28 pl. V.)

Les massifs réparateurs sont au nombre de 5, ils sont très grands et possèdent une masse libérienne antérieure simple (λa fig. 19 pl. V), qui renferme de très grands tubes grillagés *cg*. La partie postérieure du réparateur ne comprend qu'une masse libérienne λp.

Les systèmes sortants sont au nombre de 5, rarement représentés par plusieurs branches. Dans chaque massif sortant (fig. 18 pl. V), on a un groupe libérien antérieur compris dans la partie qui sort dans la tige (λa fig. 18 pl. V), et un ou deux autres groupes libériens postérieurs λp qui restent dans la tige au nœud.

Le parcours des faisceaux et la réparation aux régions nodales sont identiques à ce que nous avons décrit chez le *D. Batatas* pour les rameaux de cycle $\frac{2}{5}$ à 5 sortants et 5 réparateurs (p. 119).

9. Tige du Dioscorea sinuata Vell.

Les tiges de cette espèce sont arrondies, très légèrement cannelées.

L'épiderme présente une forte cuticule striée verticalement. Les cellules épidermiques sont plus ou moins épaissies ; cet épaississement peut s'accentuer jusqu'à ne plus laisser dans la cellule qu'une faible lumière. Sous l'épiderme on trouve deux ou trois assises de collenchyme, puis quelques assises de cellules à parois minces contenant de la chlorophylle. Tout le tissu fondamental interne est épaissi. Il en est de même des éléments des faisceaux à l'exception du liber et des fibres primitives qui se trouvent en avant des premières trachées. L'épaississement de ces divers éléments donne à la tige une grande rigidité.

Les massifs libéro-ligneux sont très rapprochés l'un de

l'autre. Les réparateurs s'avancent très près du centre de la tige. Dans un réparateur on a une masse libérienne antérieure simple et une masse libérienne postérieure. Les sortants se composent d'éléments ligneux occupant le pourtour du massif, et d'éléments libériens groupés en deux ou trois masses, une antérieure et une ou deux postérieures. On observe en particulier deux masses postérieures libériennes dans les massifs sortants qui s'apprêtent à émettre des faisceaux foliaires.

La tige de la plante adulte présente le cycle $\frac{2}{5}$ sénestre. Elle renferme cinq systèmes sortants et cinq réparateurs. Certains sortants peuvent être représentés par deux branches comme beaucoup d'autres Dioscorées. Au nœud, 3 ou 4 réparateurs s'anastomosent et réparent les faisceaux sortis. Chacun des réparateurs se déplace vers la droite.

Les tiges des jeunes plantes de semis, dans la première année de végétation, ont leurs feuilles disposées suivant le cycle $\frac{1}{2}$. Elles ressemblent, au point de vue de la symétrie et du parcours des faisceaux aux tiges que produisent les bulbilles du *D. Batatas*. La section moyenne de la tige n'a qu'une ligne de symétrie. Les sortants sont au nombre de quatre dont deux, diamétralement opposés, fournissent les faisceaux médians, les deux autres émettent les faisceaux latéraux. Il y a également quatre réparateurs, mais les deux qui comprennent le sortant médian du nœud suivant sont beaucoup plus développés que les autres.

La tige du *D. altissima* se rapproche beaucoup de celle du *D. sinuata*, la principale différence vient de ce que le tissu fondamental n'est pas épaissi, à l'exception de quelques assises formant la gaîne mécanique.

Dans la tige du *D. variifolia*, les masses sortantes sont plus grêles, leur liber ne forme qu'un seul groupe, mais je n'ai eu à ma disposition que des tiges très grêles. Cette tige présente les mêmes caractères que celle du *D. sinuata*. Les réparateurs, très grands, s'avancent presque jusqu'au centre de la tige. Leur masse libérienne antérieure est simple.

10. Tige de Dioscorea quinqueloba Thunb.

Les tiges sont grêles et fortement carénées.

Les cellules épidermiques sont de petite taille, surtout sur les arêtes. Le tissu fondamental externe à parois minces comprend 2 à 5 assises dans les cannelures, et 4 à 5 couches en face des arêtes où l'on a en outre 3 à 5 assises de collenchyme. La gaîne mécanique se compose de 3 à 5 assises de cellules épaissies. Les massifs sortants sont adossés à la gaîne, les réparateurs en sont souvent séparés par 2 à 4 assises de tissu fondamental à parois minces.

Les réparateurs et les sortants sont au nombre de 8.

Le liber des massifs réparateurs forme un groupe antérieur simple, et un groupe postérieur. Le liber des sortants comprend un groupe antérieur et deux groupes postérieurs, mais ceux-ci sont très réduits.

11. Tige de Dioscorea villosa L.

La tige moyenne du *D. villosa* a une écorce formée de 2 ou 3 assises de tissu fondamental à parois minces. La gaîne mécanique se compose de 2 ou 3 assises de cellules épaissies. Le tissu fondamental interne garde ses parois minces ou peu épaisses.

Dans les massifs réparateurs et sortants, le liber forme une seule masse, de sorte que les massifs ont l'aspect de faisceaux simples (fig. 20 pl. V).

La tige moyenne possède 5 réparateurs et 5 sortants simples ; pour la réparation, 2 réparateurs seulement s'anastomosent et assurent le remplacement des faisceaux sortis.

12. Tige du Dioscorea pyrenaïca Bub. et Bord.

Dans cette tige, tous les faisceaux sont semblables, de même taille, disposés sur un seul cercle. Ces faisceaux paraissent simples, on ne voit pas de différence entre ceux qui jouent le rôle de réparateurs et ceux qui jouent le rôle de sortants.

Le liber forme une seule masse dans dans chaque faisceau. Certains faisceaux en voie de division peuvent présenter deux groupes libériens λ séparés par quelques éléments ligneux (fig. 21 pl. V). Le liber ne présente pas comme chez les autres Dioscorées de grandes cellules grillagées. Les vaisseaux ligneux sont aussi moins grands.

Cependant, de même que chez les autres Dioscorées, un massif sortant, au moment d'émettre un faisceau foliaire se divise en trois parties, une antérieure médiane qui sort comme faisceau foliaire, et deux latéro-postérieures qui restent dans la tige.

La feuille reçoit de la tige cinq faisceaux au lieu de trois ce qui est le cas pour toutes les autres Dioscorées (1). Mais les deux faisceaux latéraux d'un même côté peuvent être contigus dans la tige. — Dans les tiges secondaires, les cinq faisceaux qui descendent de la feuille sont contigus. Ce sont des tiges réduites.

Le caractère le plus important de cette tige est d'avoir tous ses faisceaux semblables et non différenciés en sortants et réparateurs comme chez les autres Dioscorées. La faible largeur des cellules grillagées et des vaisseaux ligneux tient sans doute à ce que cette plante est naine, tandis que les autres Dioscorées étudiées sont grimpantes.

13. Tige du Rajania pleioneura Griseb.

La tige du *Rajania pleioneura* est à peu près cylindrique, avec de légères arêtes en face des premiers faisceaux sortants. Le liber de la région antérieure des massifs réparateurs est divisé en deux masses dont l'ensemble occupe toute la largeur du massif (λ*g*, λ*d*, fig. 23, pl. V).

La tige possède cinq réparateurs dont les vaisseaux sont

---

(1) Il peut se faire que les deux faisceaux latéraux d'un même côté représentent un seul faisceau latéral divisé très tôt. Les matériaux que j'avais en mains ne m'ont pas permis de terminer cette étude.

remarquables par leur grand diamètre (fig. 22 et 23). Les systèmes sortants, également au nombre de cinq, peuvent être représentés par deux ou trois branches.

Les feuilles sont alternes et disposées suivant le cycle $\frac{2}{5}$ dextre.

Chaque feuille reçoit trois faisceaux qui sont la portion antérieure des massifs sortants. Quatre réparateurs s'anastomosent à chaque région nodale, mais les trachées des nouveaux faisceaux ne s'insèrent que sur celles des deux réparateurs les plus voisins du sortant médian. Les réparateurs ne subissent pas de déviation aux régions nodales.

§ 3. — Insertion des Bourgeons axillaires.

L'insertion des bourgeons axillaires se fait de la même manière dans toute la famille des Dioscorées. Je prendrai comme exemple le *Dioscorea illustrata*. Il sera facile ensuite d'y rattacher les autres cas en indiquant les petites variantes dues surtout aux réductions subies par l'insertion.

Les bourgeons axillaires du *D. illustrata* sont ordinairement au nombre de deux placés l'un derrière l'autre dans l'aisselle de la feuille, le plus fort étant situé plus près de la tige principale. Le plus souvent, ce dernier seul se développe et le bourgeon extérieur reste rudimentaire. L'aisselle des feuilles du *D. illustrata* ne porte pas autre chose que ces bourgeons axillaires. Il n'en est pas de même chez *D. Batatas*, *Helmia bulbifera* qui produisent des bulbilles axillaires.

Au niveau où les deux réparateurs qui comprennent le faisceau médian vont s'anastomoser, on voit des trachées partir de la pointe de chacun d'eux et converger en une file médiane *M* (fig. 24, pl. V) qui va se placer en avant de la pointe du faisceau sortant médian. Au moment où ces trachées passent à la hauteur du liber des réparateurs, quelques éléments libériens s'ajoutent à elles et l'ensemble

constitue ainsi un groupe libéro-ligneux dont les trachées sont tournées vers la pointe du sortant médian. Cette masse libéro-ligneuse suit le sortant au moment où il quitte la tige. Elle se divise alors en un certain nombre de parties groupées en un arc *M* (fig. 26 et 27, pl. V).

On sait que le massif sortant ne sort pas tout entier, sa partie postérieure s'est partagée en deux masses (1) (fig. 24 et 25, pl. V) qui se sont écartées pour laisser passer la région antérieure. Chacune de ces masses latéro-postérieures détache un groupe libéro-ligneux ou procambial qui sort aussi et se rend au bourgeon où il s'ajoute en α et β de chaque côté de l'arc précédent (fig. 26 et 27, pl. V).

Outre cette insertion médiane, le bourgeon en présente deux autres latérales, symétriques par rapport au plan médian. Des trachées, parties de la pointe des réparateurs, cotoient le bord droit du réparateur droit 1*R*4 et le bord gauche du réparateur gauche 3*R*1. Du liber emprunté aux réparateurs, s'ajoute à ses trachées et ces massifs libéro-ligneux viennent se placer l'un en avant du sortant 4 (latéral droit), l'autre en avant du sortant 3 (latéral gauche), tournant, comme pour l'insertion médiane, leurs trachées vers les trachées des sortants. Ces groupes libéro-ligneux sortent avec les faisceaux latéraux et vont, en contournant la tige, rejoindre l'insertion médiane. De même que pour l'insertion médiane, le groupe qui vient des réparateurs est accompagné d'éléments provenant des masses latéro-postérieures des faisceaux sortants latéraux 3 et 4 (fig. 24 et 25, pl. V). Chaque insertion latérale comprend trois parties (fig. 28 et 29, pl. V) : *a* éléments provenant de la masse latéro-postérieure la plus proche du faisceau médian 1, *b* l'insertion libéro-ligneuse sur les réparateurs, *c* l'insertion sur la masse latéro-postérieure latérale la plus éloignée du faisceau médian.

Les trois groupes *a*, *b*, *c* se suivent, *a* marchant en avant,

---

(1) Je les appelle *latéro-postérieures.*

b et *c* derrière ; le tout finit par atteindre l'insertion médiane qui est plus avancée et les masses se fusionnent plus ou moins. Les trachées des insertions latérales se mettent en rapport avec celles de l'insertion médiane. La réunion des trois insertions constitue les faisceaux du bourgeon, qui à ce niveau sont plus ou moins distincts. Les premiers différenciés parmi ces faisceaux sont placés du côté de la tige principale, certains d'entre eux peuvent être formés uniquement par l'insertion médiane.

Lorsqu'il existe un second bourgeon, il est plus petit et situé en arrière du premier. Il insère ses faisceaux sur des groupes libéro-ligneux qui proviennent des trois insertions, mais surtout des insertions latérales.

La marche des groupes vasculaires appartenant à l'insertion des bourgeons axillaires a été figurée en projection horizontale fig. 29, pl. V.

Dans les tiges où quatre réparateurs s'anastomosent à chaque nœud, les insertions latérales du bourgeon se font sur deux réparateurs au lieu d'un ; elles sont alors absolument identiques à l'insertion médiane.

Lorsque les faisceaux de la tige sont réduits à leur portion antérieure et que tout le sortant quitte la tige *(D. villosa)*, le bourgeon ne s'insère plus que sur les réparateurs.

En résumé, nous voyons que l'insertion du bourgeon axillaire de la tige des Dioscorées se fait par trois groupes vasculaires, un médian et deux latéraux. Le groupe vasculaire médian comprend une branche insérée sur les deux réparateurs qui enserrent le massif sortant médian, et deux branches insérées sur les portions latéro-postérieures du même massif. Les deux groupes latéraux sont symétriques : chacun d'eux se compose de trois branches, dont deux s'insèrent sur les lobes latéro-postérieurs du massif sortant latéral, et une sur les réparateurs voisins de ce sortant latéral.

On trouve presque toujours dans l'aisselle de la feuille des Dioscorées deux ou trois bourgeons placés l'un derrière l'au-

tre. Le développement du bourgeon le plus rapproché de la tige support est toujours en avance sur celui des autres. L'insertion de ces bourgeons multiples est la même que celle d'un bourgeon simple; mais lorsqu'il y a par exemple trois bourgeons, les groupes vasculaires qui se réunissent dans l'aisselle de la feuille pour donner les faisceaux du bourgeon se rassemblent autour de trois centres placés l'un derrière l'autre; ce sont les centres de figure des trois bourgeons axillaires. Les faisceaux du bourgeon antérieur sont ceux qui sont les plus développés. — L'insertion est donc commune pour les bourgeons situés dans l'aisselle d'une même feuille.

§ 4. — Différenciation des Tissus de la tige.

a. — *Tige du Dioscorea illustrata.*

1. Etude du Bourgeon terminal. — Extérieur.

Le bourgeon terminal du *D. illustrata* comprend une douzaine de feuilles dont la plus extérieure est la plus développée. La pointe de cette dernière feuille peut être la plus élevée du bourgeon ou bien, si l'entrenœud qui la surmonte a commencé son élongation, la feuille peut être plus ou moins descendue au-dessous de l'extrémité supérieure du bourgeon.

Cette dernière feuille et celle qui vient immédiatement au-dessus montrent la première indication du pétiole sous la forme d'un rétrécissement entre la gaîne et le limbe. (*P* fig. 1, pl. VI).

La longueur de l'entrenœud *n* (1), qui surmonte la feuille la plus exté-

---

(1) *Notations.* — Dans l'étude du bourgeon, j'appellerai *n* l'entrenœud qui surmonte la feuille la plus extérieure du bourgeon, *(n+1)* l'entrenœud immédiatement supérieur, et ainsi de suite. J'appellerai de même *(n—1)* l'entrenœud qui supporte la feuille la plus extérieure du bourgeon, *(n—2)* l'entrenœud immédiatement inférieur, et ainsi de suite. Quant aux feuilles, je désigne chacune d'elles par la notation de l'entrenœud qu'elle surmonte. D'après cela, la feuille la plus extérieure du bourgeon sera notée *(n—1)*, celle qui vient plus haut *n*, et ainsi de suite. De même en descendant.

rieure du bourgeon, varie entre 3 et 7^{mm}, l'entrenœud $(n + 1)$ est beaucoup plus court $1^{mm},5$, l'entrenœud $(n + 2)$ mesure $0^{mm},5$, l'entrenœud $(n + 3)$ $0^{mm},3$. Quand aux entrenœuds plus élevés, ils ne sont que virtuellement représentés, car ils n'ont guère que l'épaisseur d'une ou deux coupes minces.

Le sommet de la tige a la forme d'un hémisphère, sa base est entourée par le rudiment de la dernière feuille formée.

L'avant dernière feuille et celle qui lui est inférieure protègent le bourgeon en se recourbant au-dessus de son sommet.

Les feuilles suivantes ont, en général, leur pointe d'autant plus élevée au-dessus du sommet du bourgeon qu'elles sont plus anciennes.

L'élongation des entrenœuds ne devient prépondérante qu'à partir de l'entrenœud n, alors les feuilles se dispersent.

Les feuilles sont disposées suivant le cycle dextre ou sénestre.

Dans un bourgeon, ces feuilles sont au nombre de treize environ, leur angle de divergence moyen est égal à 144° (fig. 2, pl. VI) (1).

2. Description des principales sections transversales du bourgeon.

Une section transversale du sommet végétatif au-dessus de la dernière feuille montre (fig. 2, pl. VI) :

1° Une assise de dermatogène à cellules très inégales. Les cloisons nouvelles qui se formeront seront toutes perpendiculaires à la surface ; il s'agit donc bien d'un dermatogène différencié ;

2° Un méristème primitif.

Le dermatogène fournira l'épiderme.

La rangée externe du méristème primitif, celle qui est contiguë à l'épiderme donnera à elle seule tout le tissu fondamental externe.

Le reste du méristème primitif fournit les faisceaux et le tissu fondamental interne.

---

(1) Cette figure représente la section transversale d'un bourgeon au niveau du sommet delatige. Ce bourgeon a été enrobé dans la paraffine. Les déviations que l'on observe dans la position des feuilles extérieures tiennent à la torsion que subissent les feuilles qui sont ici coupées assez près de leur pointe.

Section transversale de l'entrenœud ($n+10$)(1)(fig.4, pl.VI). — Toutes les cellules ont grandi. Certaines cellules du dermatogène se cloisonnent encore. L'assise externe du méristème primitif s'est cloisonnée tangentiellement *Ec. cl.* Le massif sortant médian de la feuille ($n+10$) est indiqué par un groupe *S* de cellules un peu plus petites que le reste du méristème.

Section transversale de l'entrenœud ($n+9$). — Dans cet entrenœud, les cloisonnements tangentiels sont plus nombreux dans la région corticale.

Section transversale de l'entrenœud ($n+8$) (fig.5, pl.VI).— Le contour de la section est vaguement pentagonal. Aux angles les cloisonnements de cellules corticales sont plus nombreux. Le massif intérieur montre cinq groupes de cellules plus petites que les autres cellules du méristème, ces groupes sont la première indication des massifs sortants (2). Chacun de ces massifs se trouve en face d'un angle saillant de la section.

Les massifs réparateurs ne sont pas encore indiqués.

Section transversale de l'entrenœud ($n+7$) (fig. 6 et 8, pl. VI). —L'opposition entre les cellules grêles des massifs sortants et les grandes cellules du tissu environnant est plus accusée. Dans la moitié postérieure de chaque massif sortant on voit une cellule libérienne à parois épaissies et brillantes.

Entre deux massifs sortants voisins, et à égale distance de chacun d'eux, des amas de cellules plus petites indiquent

---

(1) Ce numéro est celui de la feuille la plus jeune dans un bourgeon portant douze feuilles.

(2) L'étude de la différenciation des systèmes sortants repose sur la comparaison des faisceaux médians des feuilles successives. Ces faisceaux médians sont toujours en avance, au point de vue de la différenciation, sur les autres faisceaux d'un même niveau. De même pour exposer la différenciation des systèmes réparateurs, nous comparerons entre eux les massifs réparateurs situés à droite et à gauche du faisceau médian qui doit sortir dans la première feuille.

l'ébauche des groupes réparateurs. Les limites de ces groupes ne sont pas encore bien nettes (*Rp* fig 7, pl. VI). Vers le centre de la section, on voit trois massifs encore peu importants qui sont le début de la portion antérieure des réparateurs (*Ra* fig. 7, pl. VI). Les massifs réparateurs ne sont donc indiqués qu'à partir de l'entrenœud ($n+7$), c'est-à-dire au troisième entrenœud au-dessous du sommet végétatif.

Les systèmes sortants et les régions postérieures des réparateurs sont reliés dans leur région postérieure par une zône de cellules grêles à peu près de mêmes dimensions que les cellules procambiales. Cette zône entoure l'ensemble des faisceaux et du tissu fondamental interne. Les faisceaux externes y sont accolés (fig. 7, pl. VI). Il n'y a pas de gaîne protectrice différenciée.

Section transversale de l'entrenœud ($n+6$) (fig. 8 et 9, pl. VI). — Les cellules du tissu fondamental sont beaucoup plus grandes, par suite les faisceaux sont plus accusés. Le tissu cortical est plus épais en arrière des massifs sortants où il présente huit assises, alors qu'il n'en présente que cinq au milieu des faces, c'est-à-dire en arrière des réparateurs.

Dans la pointe des systèmes sortants, des masses antérieures et des masses postérieures des réparateurs, on voit une première trachée à parois lignifiées. — Dans la région postérieure des systèmes sortants, on trouve deux cellules libériennes contiguës à parois brillantes et un peu épaissies. La portion postérieure de ces sortants se compose de cellules étroites dont les cloisonnements longitudinaux nombreux sont dirigés en tous sens. Dans la région comprise entre les premières cellules libériennes épaissies et les premières trachées, les cellules montrent un arrangement tangentiel très accusé, d'où l'impression de zône cambiale (*Z*, fig. 9, pl. VI).

De même que dans l'entrenœud ($n+7$), les massifs sortants et les portions postérieures des réparateurs sont contigus à une zône de petites cellules qui entoure l'ensemble des fais-

ceaux. Cette zone occupe la place de la gaîne mécanique des tiges différenciées (*Gm* fig. 9 pl. VI).

Section transversale de l'entrenœud ($n+5$) (fig. 10, pl. VI). — Le contour de la tige est plus nettement pentagonal. L'écorce est plus épaisse en arrière des faisceaux sortants. Certaines cellules corticales contiguës à l'épiderme ou séparées de l'épiderme par deux rangs de cellules se distinguent par leur grande taille, ce sont les glandes à raphides. On en trouve assez régulièrement une en arrière de chaque massif sortant.

Les massifs sortants montrent un groupe de trachées constituant le pôle ligneux et deux cellules un peu épaissies à parois brillantes dans la partie postérieure du faisceau. Les cellules procambiales intercalées entre ces deux groupes d'éléments différenciés sont sériées radialement. Un peu en avant des cellules libériennes épaissies, à droite et à gauche, on voit deux éléments plus larges, ce sont des vaisseaux ligneux en voie de formation (v et v_1 fig. 10, pl. VI). De même en arrière du centre libérien, à droite et à gauche, on a aussi un vaisseau ligneux moins large que les vaisseaux v et v_1.

Les faisceaux qui représentent les parties postérieures des réparateurs ont une trachée à parois lignifiées et une cellule libérienne à parois épaissies brillantes. Dans la partie interne du réparateur, on trouve quelques trachées antérieures, puis une sorte de zône cambiale, en arrière de laquelle se trouve un grand vaisseau ligneux à parois minces ($v\,m$ fig. 10, pl. VI). Plus en arrière encore vient une cellule libérienne à parois brillantes et épaissies séparée du vaisseau vm par quatre assises cellulaires. Enfin on voit un très grand vaisseau ligneux dans la partie postérieure du massif (vp fig. 10, pl. VI).

Section transversale de l'entrenœud ($n+4$). (fig. 11, pl. VI). — Les grands vaisseaux des massifs sortants et répa-

rateurs, tout en ayant encore leurs parois minces ont acquis leurs ornementations, les cellules libériennes épaissies sont groupées par trois ou par quatre. En arrière des massifs sortants, on a comme plus haut une zône de petites cellules à parois minces; cette zône se continue tout autour de la tige.

Section transversale de l'entrenœud (n+3). (fig. 12 et 13, pl. VI). — Le système sortant présente trois trachées antérieures très grêles; derrière celles-ci viennent quelques vaisseaux rayés à section polygonale, puis des cellules procambiales à parois minces disposées en séries radiales, et des cellules plus étroites étirées tangentiellement. Dans la région postérieure du massif sortant, nous voyons encore les quatre grands vaisseaux signalés depuis l'entrenœud (*n*+5), ces vaisseaux ont encore leurs parois minces, ils sont plus larges qu'aux niveaux précédents. De chaque côté du centre libérien primitif, il s'est formé de nouveaux éléments libériens (*λd* et *λg* fig. 12, pl. VI). Ces nouveaux centres sont représentés par une cellule à parois brillantes et épaissies, tandis que le centre primitif présente au moins deux de ces cellules. Dans la région du massif située en arrière des vaisseaux ligneux, les cellules sont encore petites et toutes au stade procambial.

Les massifs réparateurs présentent à ce niveau (fig. 13, pl. VI) de faibles différences par rapport à l'état décrit dans l'entrenœud précédent. Aux trachées antérieures se sont ajoutés des vaisseaux rayés. Entre ces vaisseaux et le grand vaisseau *vm* on voit encore les cellules sériées radialement. Le vaisseau postérieur *vp* a beaucoup grandi, ses parois ne sont pas encore lignifiées. Entre les vaisseaux *vm* et *vp*, se trouve le centre libérien représenté par trois cellules à parois brillantes.

Section transversale de l'entrenœud n (fig. 14 et 15, pl. VI). — Dans les massifs sortants, les deux ou trois vaisseaux contigus aux trachées sont formés. En arrière de ces trachées les

éléments du faisceau présentent encore la disposition en séries radiales. Quatre éléments ont grandi plus que les autres, ce sont de nouveaux vaisseaux ligneux (*vl* fig. 14, pl. VI). On voit en outre à ce niveau, sur la ligne médiane et un peu en avant des plus grands vaisseaux ligneux, un nouveau centre libérien (*λa* fig. 14, pl. VI), représenté par une cellule à parois brillantes et un peu épaissies. Dans la région postérieure du sortant, on voit encore les quatre grands vaisseaux ligneux et les trois îlots libériens.

Dans la partie antérieure du système réparateur, les trachées sont plus nombreuses. Le vaisseau ligneux postérieur (*vp* fig. 15, pl. VI) et le vaisseau moyen (*vm*) ont grandi. Le vaisseau moyen est relié aux premières trachées par des cellules plus grandes qu'au niveau ($n+3$) et dans lesquelles on ne distingue plus aussi nettement le parallélisme des cloisons tangentielles. Certaines de ces cellules, séparées seulement du vaisseau *vm* par une rangée de petits éléments, sont plus grandes, ce sont des vaisseaux ligneux. De grandes cellules grillagées (*cg* fig. 15, pl. VI) se sont formées à droite et à gauche du faisceau. Les cellules libériennes épaissies sont plus nombreuses, on en trouve quatre ou cinq au centre de figure du faisceau.

La région postérieure du système réparateur est séparée de la région antérieure par cinq ou six assises cellulaires appartenant au tissu fondamental. Dans ce massif postérieur (fig. 16, pl. VI), la structure est la même qu'au niveau de l'entrenœud ($n+5$). On trouve simplement une trachée en avant et une cellule libérienne à parois brillantes et épaissies dans la partie postérieure.

L'ensemble des faisceaux de la tige est encore entouré d'une zone de petites cellules à parois minces.

Les cellules corticales ont grandi. Aux massifs sortants correspondent les crêtes superficielles ou les angles saillants du contour.

Section transversale moyenne de l'entrenœud (n—2). —

Le massif sortant présente dans sa région antérieure (fig. 17, pl. VI), outre les trachées, quatre ou cinq vaisseaux à parois lignifiées. D'autres vaisseaux, contigus à ceux-ci, ont encore des parois minces. Il en est de même des grands vaisseaux ligneux postérieurs; tous ces vaisseaux sont très larges. Les trois groupes libériens postérieurs sont bien distincts, chacun d'eux se compose de quelques cellules à parois épaisses et brillantes et de grandes cellules grillagées. Le pourtour de chaque groupe est occupé par de petites cellules aplaties qui entourent et limitent la masse à la manière d'un cambiforme. Le groupe libérien antérieur, le plus important, présente plusieurs cellules épaissies, contiguës ou séparées par des cellules étroites; en avant on voit trois grandes cellules grillagées (*cg* fig. 17, pl. VI).

Au même niveau (*n*—2), les massifs réparateurs sont plus larges, les éléments non encore lignifiés sont très agrandis; quelques vaisseaux situés en arrière des trachées ont lignifié leurs parois. Les éléments libériens épaissis forment deux groupes principaux, l'un à droite, l'autre à gauche de la ligne médiane. Les grandes cellules grillagées se trouvent de chaque côté entre ces éléments et les bords latéraux du faisceau (*cg* fig. 18, pl. VI).

Les cellules du tissu fondamental sont très grandes.

Les cellules de la région corticale subissent encore quelques cloisonnements: leur taille devient plus considérable. Dans les angles saillants situés en arrière des massifs sortants, les trois premières assises corticales sont formées de grandes cellules à parois minces; les assises plus extérieures présentent des cellules d'autant plus petites qu'elles sont plus près de la surface, ces cellules ont des parois épaissies dans les coins, elles constituent un collenchyme.

A la limite extérieure du tissu fondamental interne, on voit une bande formée de trois ou quatre assises cellulaires dont les éléments ont à ce niveau une taille intermédiaire entre celle des fibres primitives et celle des cellules du

tissu fondamental. Les parois de ces éléments ne sont pas épaissies.

Section transversale de l'entrenœud (*n*—4) (fig. 19 et 20, pl. VI).—Dans les massifs sortants, les vaisseaux de la région antérieure (fig. 19, pl. VI) ont tous commencé à épaissir et à lignifier leurs parois; il en est de même de la région postérieure où tous les éléments, fibres primitives, vaisseaux ligneux forment un ensemble à parois durcies et lignifiées dans lequel se trouvent enfermés les trois groupes libériens dont les cellules ont gardé des parois relativement minces. Les cellules grillagées postérieures avec leurs cellules annexes forment la plus grande partie de ce liber, on n'y voit que très peu de fibres libériennes.

La gaîne mécanique est formée de cellules étroites à parois épaissies lignifiées.

Dans le massif réparateur (fig. 20, pl. VI) le vaisseau postérieur n'est pas encore lignifié (*vp*). Le liber est formé de deux masses latérales réunies par quelques éléments intercalés entre le vaisseau postérieur *vp* et le vaisseau moyen *vm*. Chaque masse libérienne latérale renferme un énorme tube grillagé (*cg* fig. 20, pl. VI). Le liber a acquis sa structure définitive.

Dans la portion postérieure des réparateurs, on voit (fig. 21, pl. VI) soit deux grands vaisseaux ligneux symétriques ou seulement un vaisseau d'un seul côté. A ce niveau, par suite de l'étirement longitudinal, la première trachée est déchirée et sa place est indiquée par une lacune *L*.

A partir de la section moyenne de l'entrenœud (*n*—5) on retrouve la structure de la tige telle que nous l'avons décrite au chapitre précèdent.

3. Différenciation des tissus de la tige.

L'étude qui précéde nous permet d'établir la différenciation des tissus dans la tige du *D. illustrata*.

Au *Stade I*, la tige se compose d'une masse de méristème primitif recouverte d'une assise de dermatogène.

Au *Stade II*, les cellules méristématiques contiguës au dermatogène se recloisonnent tangentiellement et produisent à elles seules tout le tissu fondamental externe. Les cellules plus intérieures du méristème sont beaucoup plus grandes qu'au Stade I.

Au *Stade III*, le contour de la tige devient pentagonal, le tissu fondamental externe est plus épais aux sommets du pentagone que sur ses faces. Dans le massif intérieur, des cloisonnements plus nombreux différencient cinq groupes de cellules plus grêles, allongées; ce sont les cinq massifs sortants; chacun d'eux se trouve en face d'un angle du pentagone. Ces massifs sont formés chacun par un groupe de cellules méristématiques. La différenciation du liber est donc plus hâtive que celle du bois.

L'ensemble des cinq massifs sortants est entouré par une zône de petites cellules qui dérivent du recloisonnement des cellules du méristème primitif contiguës à l'écorce.

Les massifs réparateurs ne sont pas encore indiqués au stade III.

Ils apparaissent au *Stade IV* par le recloisonnement de certains groupes de cellules méristématiques. Pour chacun des massifs réparateurs, on distingue une portion postérieure et une portion antérieure. Celle-ci se trouve au voisinage du centre, tandis que la portion postérieure se trouve vers la périphérie du tissu fondamental interne.

Au *Stade V*, une première trachée lignifie ses parois dans la pointe antérieure des massifs sortants et des massifs réparateurs. Dans chaque massif sortant, les cellules procambiales situées entre la première trachée et la première cellule libérienne subissent alors presque exclusivement des cloisonnements tangentiels; de là une apparence de zône

cambiale dans la moitié antérieure du massif sortant. Ces cloisonnements tangentiels sont beaucoup moins nombreux et la sériation radiale des cellules est beaucoup moins nette dans les massifs réparateurs que dans les massifs sortants.

Au *Stade VI*, apparaît dans le massif sortant, un peu en avant du centre libérien et de chaque côté de ce massif, un grand élément qui sera un vaisseau ligneux. Il s'en forme presque en même temps un autre un peu en arrière et plus près de la ligne médiane. — Dans le massif réparateur, on voit de même se former deux grands vaisseaux, l'un très grand tout en arrière du massif, l'autre plus petit, dans la région moyenne. Entre les deux vaisseaux on voit apparaître sur la ligne médiane une cellule libérienne à parois épaissies et brillantes. En arrière des premières trachées, entre celles-ci et le plus petit des deux vaisseaux ci-dessus, les cellules intermédiaires reproduisent le même aspect de zône cambiale que nous avons vu dans les massifs sortants.

Au *Stade VII*, on voit apparaître dans la région postérieure du massif sortant un nouveau groupe libérien de chaque côté et à une certaine distance du centre primitif.

Au *Stade VIII*, un nouveau groupe libérien apparaît dans les massifs sortants un peu en avant des deux plus grands vaissseaux. Dans la région antérieure des massifs sortants, on voit se différencier deux ou quatre éléments dont la section est très large, ce sont des vaisseaux ligneux *vl* (fig. 14, pl.VI). Dans la portion antérieure du massif réparateur, de grandes cellules grillagées se forment de chaque côté du faiseeau. La sériation radiale signalée ci-dessus dans la moitié antérieure du massif disparaît, les cellules grandissent et la plupart fournissent des vaisseaux ligneux *vl* (fig. 15, pl.VI).

Au *Stade IX*, dans les massifs sortants, la lignification s'étend à quatre ou cinq vaisseaux situés en arrière des

trachées. Les autres vaisseaux ont encore des parois minces. Les groupes libériens postérieurs sont bien distincts. Le groupe antérieur atteint rapidement le même degré de différenciation que les autres. Les cellules corticales placées le long des côtes qui correspondent aux massifs sortants, se différencient en un amas collenchymateux.

Au *Stade X*, la lignification envahit toute l'étendue du massif sortant et il ne reste plus comme éléments à parois minces, que les fibres primitives de la pointe du faisceau et les éléments libériens formant quatre groupes, un antérieur et trois postérieurs.

La gaîne mécanique est également épaissie.

Dans les massifs réparateurs, et en particulier dans leur portion antérieure, la lignification est moins avancée que dans les massifs sortants. — Dans la portion postérieure des réparateurs, la première trachée est presque toujours déchirée, et sa place est occupée à ce stade par une lacune.

B. — *Tige du Dioscorea Batatas.*

1. Étude du bourgeon terminal.

Le bourgeon du *D. Batatas* comprend six régions nodales.

Les tiges qui ont fait l'objet de sette étude avaient leurs feuilles verticillées par deux.

Le sommet de la tige a la forme d'un dôme élevé.

Sections transversales de l'entrenœud $(n+6)$ (1). — Les

(1) Les bourgeons ont été inclus dans la paraffine et les coupes sériées. — Pour les sections d'entrenœuds plus âgés non compris dans le bourgeon, j'ai procédé avec le rasoir ordinaire. L'orientation des coupes était toujours facile dans ces tiges verticillées.

Dans les différents entrenœuds, j'ai toujours pris pour termes de comparaison les faisceaux médians des feuilles de la région nodale immédiatement supérieure et les réparateurs placés à côté de ces massifs sortants médians.

La notation des entrenœuds, des régions nodales et des feuilles est encore celle qui a été employée pour l'étude du bourgeon du *D. illustrata*, au paragraphe précédent.

sections transversales pratiquées dans le sommet végétatif au-dessus de la dernière paire de feuilles montrent les aspects fig. 22 et 23 pl. VI. Ces deux sections sont circulaires ou elliptiques, elles passent respectivement dans la région moyenne, et dans la base du dôme. A ces niveaux, le dermatogène est bien caractérisé, ses cloisons sont perpendiculaires à la surface. Le méristème primitif est homogène; les faisceaux ne sont pas indiqués. L'assise la plus extérieure du méristème montre, dans certaines de ces cellules, des cloisons tangentielles qui les dédoublent (*cl ec* fig. 23, pl. VI.) Ces cloisons ne se voient que dans la base du dôme.

Section transversale de l'entrenœud ($n+5$). — Cet entrenœud n'est pour ainsi dire que virtuellement représenté. La section transversale moyenne est allongée dans le sens de la surface de symétrie des deux appendices du nœud ($n+5$) (fig. 24, pl. VI). Les faisceaux ne sont pas indiqués à ce niveau. Dans la région centrale, les cellules du méristème sont un peu plus grandes que les autres.

Section transversale de l'entrenœud ($n+4$) (fig. 25, pl. VI). — La section a une forme moins ovale que celle de l'entrenœud ($n+5$). Tandis que dans l'entrenœud ($n+5$) la longueur de l'axe droite-gauche l'emportait sur celle du diamètre antéro-postérieur; c'est le contraire qui a lieu dans l'entrenœud ($n+4$). Dans la région centrale de la section, les cellules sont plus grandes et présentent déjà des massifs angulaires. Aux extrémités de l'axe droite-gauche, l'assise la plus extérieure du méristème est formée de cellules allongées radialement. Le reste du méristème est formé de cellules plus petites dont les cloisons sont dirigées en tous sens.

Sections transversales des entrenœuds ($n+3$) *et* ($n+2$). Ces sections montrent à peu près les mêmes caractères que la section précédente.

Section transversale de l'entrenœud ($n+1$). — Les cellules

superficielles sont de tailles diverses, dans certaines d'entre elles on voit de jeunes cloisons encore minces; ces cellules sont donc encore en voie de division.

Le tissu fondamental externe se compose de trois assises cellulaires dans les cannelures, et de quatre assises en face des arêtes (fig. 26, pl. VI).

Les faisceaux sont représentés par des groupes de cellules inégales, mais plus petites que les cellules intercalées entre ces groupes. Ils ne sont pas réunis dans leur région postérieure par une zône de cellules étroites.

Section transversale de l'entrenœud n. — Dans cet entrenœud, qui est beaucoup plus allongé que les entrenœuds supérieurs, les tissus sont mieux caractérisés. Sur la section moyenne de cet entrenœud, le dermatogène est passé à l'état d'épiderme. Le tissu fondamental externe comprend huit ou dix assises en arrière des massifs sortants, et cinq seulement en arrière des massifs réparateurs. Les cellules du tissu fondamental interne sont très grandes. A la périphérie de ce tissu on voit une zône de trois ou quatre assises de petites cellules (*gm* fig. 27, pl. VI) qui forme la gaîne mécanique. Ces cellules ont des parois minces.

Le massif sortant (*S* fig. 27, pl. VI) présente quelques trachées lignifiées dans sa partie antérieure, et deux cellules grillagées épaissies dans sa partie postérieure. Les cellules qui unissent les trachées aux éléments liberiens ont une disposition radiale extrêmement accusée.

Dans le massif réparateur, on voit également quelques trachées à la partie antérieure et une cellule libérienne épaissie dans la région postérieure. En outre deux ou trois vaisseaux ligneux sont déjà indiqués, un vaisseau médian dans la région moyenne du réparateur, et un ou deux autres latéraux (il y en a normalement deux, *vl*) dans la région postérieure du massif, un peu en avant de la cellule libérienne différenciée. Les cellules qui unissent les trachées au premier vaisseau ligneux sont sériées radialement, mais moins nettement que dans le massif sortant.

Section transversale de l'entrenœud (*n*—2).—A ce niveau, le massif sortant (fig. 28, pl. VI) présente dans sa partie antérieure un plus grand nombre de trachées différenciées. Le liber est toujours réprésenté par une cellule à parois brillantes dans la région postérieure du massif. Un vaisseau ligneux apparaît de chaque côté du liber, un peu en avant de la cellule libérienne caractérisée (*vl* fig. 28, pl. VI). Dans le massif réparateur (fig. 29, pl. VI), les éléments situés en arrière des premières trachées sont larges ce sont des vaisseaux ligneux qui réunissent le vaisseau *vm* aux premières trachées. Dans la partie postérieure du massif, le liber se caractérise autour de la cellule à parois brillantes. De chaque côté du centre libérien postérieur (λp fig. 29, pl. VI) apparaît un nouveau vaisseau *vp*. Les deux vaisseaux latéraux *vl* sont très grands. En avant de ces vaisseaux, sur la ligne médiane on trouve à ce niveau un nouveau groupe libérien (λa fig. 29, pl. VI), il est indiqué par deux cellules libériennes à parois un peu épaissies.

Les cellules de la gaîne mécanique n'ont pas encore épaissi leurs parois. Le collenchyme de la région corticale n'est pas caractérisé à ce niveau.

Section transversale de l'entrenœud (*n*—4). — Le système sortant montre à ce niveau (fig. 30, pl. VI) deux groupes libériens postérieurs et un nouveau groupe λa sur la ligne médiane, un peu en avant des vaisseaux *vl*. Les éléments qui réunissent ces vaisseaux latéraux *vl* aux premières trachées sont de tailles différentes. Deux d'entre eux (v, v_1 fig. 30, pl. VI) sont larges, ce sont des vaisseaux ligneux.

Beaucoup plus bas, sur la *section moyenne de l'entrenœud* (*n*—8) par exemple, les cellules de la gaîne mécanique ne sont pas encore épaissies (*gm* fig. 31, pl. VI). Dans la région corticale, les cellules du tissu fondamental qui occupent les angles saillants de la surface présentent des épaississements dans les coins, nous avons là un collenchyme.

Chaque système sortant médian se compose d'une région antérieure et d'une région postérieure. Dans la région antérieure, on distingue les trachées et deux bandes de grands vaisseaux ligneux unissant ces trachées aux vaisseaux latéraux (*vl*. fig. 31, pl. VI). L'ensemble du bois de cette région antérieure a la forme d'un Y. Entre les deux branches supérieures de l'Y se trouve un groupe libérien très important formé de cellules à parois brillantes, de cellules grillagées (*cg* fig. 31, pl. VI) entremêlées de cellules annexes *ca*. — Dans la partie postérieure, on voit deux masses libéro-ligneuses, l'une droite, l'autre gauche. Chacune d'elles se compose d'un groupe libérien et de quelques vaisseaux ligneux placés en arrière et en dehors par rapport au massif libérien. Entre ces deux groupes on voit des éléments à parois minces, ce sont des fibres primitives qui s'épaissiront en même temps que lescellules de la gaîne mécanique.

Chacun des systèmes réparateurs (fig. 1, pl. VII) se compose d'une région antérieure et d'une région postérieure. Dans la première une lame ligneuse médiane se dirige des premières trachées vers le centre de figure du massif. Cette lame ligneuse comprend en arrière des trachées quelques vaisseaux lignifiés, puis deux grands vaisseaux à parois minces. On voit ensuite deux groupes libériens, l'un à droite, l'autre à gauche. Dans chacun de ces groupes libériens les plus grandes cellules grillagées sont antéro-latérales. En arrière de ces massifs libériens se trouvent deux grands vaisseaux qui occupent toute la largeur du massif (*vl* fig. 1, pl. VII). — La partie postérieure du réparateur se compose de deux masses libériennes, l'une droite, l'autre gauche et de vaisseaux ligneux dont les plus grands (*vp*) sont placés en avant et un peu en dehors par rapport au liber (fig. 1, pl. VII). Les autres vaisseaux forment une bande discontinue en arrière du liber. — Dans chacun des groupes libériens postérieurs, les cellules grillagées les plus grandes *cg* (fig. 1, pl. VII) sont postéro-latérales.

A ce niveau la tige a à peu près sa grosseur définitive.

Plus bas les éléments de la gaîne mécanique et les éléments des massifs réparateurs et sortants, à l'exception du liber, présentent des parois épaissies et lignifiées.

2. Différenciation des tissus de la tige.

Au *Stade I*, la tige se compose d'une masse méristématique entourée d'un dermatogène.

Au *Stade II*, les cellules de la région centrale grandissent et prennent des méats. Les autres cellules du méristème se cloisonnent activement.

Au *Stade III*, la surface de la tige prend des arêtes et des cannelures, en même temps que les faisceaux se différencient dans le méristème primitif. Parmi les faisceaux, les uns sont plus proches du centre de la tige, ils sont situés en face des cannelures de la surface, ce sont les massifs réparateurs; les autres, placés en face des arêtes, sont les massifs sortants. Le tissu fondamental cortical est formé de quatre assises en face des arêtes et de trois seulement en face des cannelures. Les massifs réparateurs et sortants sont formés par des cellules très inégales. Chacun de ces massifs provient du recloisonnement de plusieurs cellules méristématiques. Il n'y a pas encore à ce stade de gaîne mécanique.

Au *Stade IV*, les massifs sortants et réparateurs sont mieux délimités. Dans chacun d'eux se différencient en avant les premières trachées, en arrière les premières cellules grillagées. Des vaisseaux ligneux apparaissent dans la région moyenne et dans la région postérieure des réparateurs. On n'en voit pas encore dans les massifs sortants. — Les massifs sortants et réparateurs sont adossés à une zone de petites cellules étroites qui formera la gaîne mécanique. Ces cellules proviennent du recloisonnement des éléments périphériques du tissu fondamental interne.

Au *Stade V*, on voit apparaître dans les massifs sortants deux grands vaisseaux latéraux. Dans le massif réparateur, un second groupe libérien se forme dans la région antérieure. Les vaisseaux ligneux forment une bande médiane en arrière des trachées. Quelques vaisseaux apparaissent aussi dans la région postérieure, au niveau du groupe libérien primitif.

Au *Stade VI*, on voit se former dans le massif sortant un groupe libérien antérieur; le liber de la région postérieure s'élargit et forme deux groupes. Des vaisseaux ligneux se forment entre les premières trachées et les deux grands vaisseaux déjà indiqués.

Au *Stade VII*, le collenchyme se caractérise contre les arêtes de la surface. Dans la région antérieure des massifs sortants, de grands vaisseaux ligneux unissent les premières trachées aux grands vaisseaux latéraux de manière à former une figure en Y. Entre les deux branches supérieures de l'Y se différencie le groupe libérien antérieur. Dans ce liber, les plus grandes cellules grillagées qui sont les dernières formées sont situées en avant. La différenciation libérienne marche d'arrière en avant en sens inverse de la différenciation ligneuse. — Dans la région postérieure, les grands vaisseaux ligneux se forment en même temps que se différencient les éléments des groupes libériens de cette région.

Dans le massif réparateur, la lignification progresse des premiers vaisseaux vers le centre de figure du massif. Les deux grands vaisseaux moyens (*vl*) ne sont pas encore lignifiés. Le liber de cette région antérieure forme deux lobes l'un à droite, l'autre à gauche. La plus grande cellule grillagée se forme au bord antéro-latéral de chaque lobe. — Dans la région postérieure du réparateur, les vaisseaux ligneux grandissent beaucoup. Dans chaque groupe libérien de cette région, plusieurs cellules épaississent légèrement leurs parois. Les plus grandes cellules grillagées se forment au bord postéro-latéral de chaque groupe libérien.

Au *stade VIII*, la lignification s'étend à tous les éléments des massifs réparateurs et sortants, à l'exception des cellules des groupes libériens et des fibres primitives de la pointe antérieure des massifs. Cette lignification des parois cellulaires gagne aussi les cellules de la gaîne mécanique contre laquelle sont adossés les massifs libéro-ligneux.

Les tissus de la tige sont alors complètement différenciés.

En résumé, chez le *Dioscorea Batatas*, les massifs réparateurs apparaissent en même temps que les massifs sortants. Chez le *D. illustrata*, nous avons vu, au contraire, les massifs sortants se caractériser plus tôt.

Chez le *D. Batatas*, chacun des massifs réparateurs forme une seule masse, tandis que chez le *D. illustrata*, la région postérieure est séparée de la région antérieure par du tissu fondamental. Cette portion postérieure présente une trachée en avant chez le *D. illustrata*, elle n'en présente pas chez *D. Batatas*.

Les faits les plus importants à retenir de cette étude de la différenciation sont les suivants :

1° Chaque massif procambial résulte du recloisonnement d'un groupe de cellules méristématiques, contrairement à l'observation de M. Jungner.

2° La gaîne mécanique apparaît alors que les faisceaux sont déjà indiqués.

3° Les massifs réparateurs du *D. illustrata* sont représentés chacun par deux masses procambiales distinctes. La différenciation dans chacune d'elles débute par la formation d'une première trachée. Chaque réparateur comprend donc au moins deux faisceaux unipolaires superposés radialement.

4° Dans chaque massif sortant du *D. illustrata* et du *D.*

Batatas, le liber apparaît successivement en plusieurs points du massif.

§ 5. — Valeur des massifs libéro-ligneux de la tige des Dioscorées.

La constitution des massifs libéro-ligneux de la tige des Dioscorées a été diversement interprétée par les auteurs qui s'en sont occupés.

Les uns, à l'exemple d'Hugo von Mohl, admettent que chacun de ces massifs se compose de plusieurs faisceaux simples, tandis que d'autres auteurs regardent ces groupements comme des faisceaux simples.

La répartition du bois et du liber dans ces massifs semble plus favorable à l'interprétation d'Hugo von Mohl.

Nous avons vu que l'on peut distinguer dans les massifs réparateurs une région antérieure semblable à un faisceau simple à liber plus ou moins développé, et une région postérieure formée de vaisseaux ligneux et de un à trois groupes libériens distincts.

De même, le massif sortant se compose d'une région antérieure avec trachées et vaisseaux formant une lame ligneuse bifurquée qui enserre une masse libérienne, et d'une portion postérieure qui peut renfermer une à trois masses libériennes.

Chez les *Dioscorea illustrata*, *D. discolor*, la région antérieure du massif réparateur forme une masse bien distincte, séparée de la région postérieure par plusieurs assises de tissu fondamental.

Cette région postérieure présente parfois des trachées dans sa pointe, et psssède alors la structure d'un faisceau unipolaire complet.

Dans l'étude du parcours des faisceaux dans la tige, on voit les régions antérieures des réparateurs s'anastomoser aux nœuds indépendamment des portions postérieures qui

n'entrent en rapport qu'un peu plus haut et restent confondues sur une hauteur moindre. Les régions postérieures des réparateurs se comportent donc autrement que les portions antérieures. En outre, ce qui était la région postérieure d'un réparateur rentrera à l'entrenœud supérieur dans la région postérieure d'un sortant ou inversement. On voit même dans certains rameaux du *Dioscorea Batatas* un faisceau tout entier, bien caractérisé dans l'entrenœud n, avec trachées antérieures, former la partie postérieure d'un réparateur qui vient dans la la région nodale se placer en avant de lui ; à partir de ce niveau dans l'entrenœud $(n+1)$ les trachées ne sont plus représentées dans le faisceau postérieur.

Nous avons vu que dans les massifs sortants, la portion antérieure du massif sort seule dans le pétiole comme faisceau foliaire, tandis que toute la région postérieure reste dans la tige. C'est sur cette portion postérieure que s'insèrent les bourgeons et les racines latérales lorsqu'il s'en produit. La région antérieure du massif sortant se distingue donc nettement de la région postérieure.

La différenciation des tissus va nous fournir encore d'autres arguments.

Chez le *D. illustrata*, le système des réparateurs est représenté dans la tige moyenne par cinq masses postérieures intercalées entre les massifs sortants et touchant la gaîne mécanique et par cinq ou trois masses antérieures plus rapprochées du centre de la tige. — La différenciation des masses extérieures se fait comme celle de faisceaux simples. Cette différenciation débute par la formation d'une première trachée et d'un élément libérien. Cette masse a donc la valeur d'un faisceau simple unipolaire normal.

La masse antérieure du réparateur se forme aux dépens d'une masse procambiale unique dans laquelle se différencie une première trachée à la partie antérieure. La formation des deux grands vaisseaux postérieur et moyen (fig. 9, pl. VII) précède la différenciation du premier élément libérien ; celui-

ci apparaît sur la ligne médiane entre les deux grands vaisseaux. Ultérieurement, le liber se développe latéralement à droite et à gauche et s'étend sur toute la largeur du faisceau de façon qu'il ne se forme pas d'éléments ligneux sur les côtés. Cette portion antérieure du réparateur doit être considérée comme un faisceau simple.

Le massif sortant se différencie aux dépens d'une masse procambiale unique. On voit apparaître dans la région antérieure une première trachée, puis dans la région postérieure un premier élément libérien. Ultérieurement apparaissent deux autres éléments libériens dans la portion postérieure du massif. Plus tard encore un groupe libérien apparaît sur la ligne médiane dans la portion antérieure du massif. — Cette différenciation ne se fait pas comme celle d'un faisceau simple. La formation successive des groupes libériens indique plutôt qu'on se trouve en présence de faisceaux confondus en une masse anastomotique. Le pôle ligneux des faisceaux postérieurs étant intérieur dans le groupe, ne se différencie pas. Dans chaque massif sortant du *D. illustrata*, on a un faisceau antérieur et trois petits faisceaux postérieurs.

Chez le *D. Batatas*, le système sortant ne renferme que deux groupes libériens postérieurs. On peut le considérer comme formé par un faisceau antérieur et deux faisceaux postérieurs.

L'étude précédente nous amène à conclure que les massifs libéro-ligneux de la tige ont la valeur de systèmes anastomotiques. Cette conclusion se trouve basée sur des raisons tirées de la stucture de ces massifs, de leur distribution, et de leur différenciation.

§ 6. — Conclusions. — Caractères anatomiques de la tige des Dioscorées.

L'étude précédente nous montre que la tige des Dioscorées présente les caractères suivants :

1. Les entrenœuds sont très allongés.

2. Les massifs libéro-ligneux sont disposés sur deux rangs; un rang interne qui comprend les massifs réparateurs, un rang externe formé par les massifs sortants.

3. Chaque feuille reçoit de la tige trois faisceaux du rang externe. Chacun de ces faisceaux n'est que la portion antérieure d'un massif de rang externe. Au moment de l'émission du faisceau foliaire, le massif se divise en trois parties, une antérieure qui sortira dans la feuille, et deux latéro-postérieures qui s'écartent pour laisser passer le faisceau foliaire.

4. L'insertion du bourgeon axillaire se fait par trois groupes vasculaires, un médian et deux latéraux. Le groupe vasculaire médian comprend une branche insérée sur les deux réparateurs qui enserrent le sortant médian, et deux branches insérées sur les portions latéro-postérieures de ce massif médian. Les deux groupes latéraux sont symétriques l'un de l'autre. Chacun d'eux se compose de trois branches dont deux s'insèrent sur les lobes latéro-postérieurs du massif sortant latéral et une sur les réparateurs voisins.

5. Les massifs libéro-ligneux de la tige ont la valeur de systèmes anastomotiques. En effet :

a. Le liber de ces massifs forme plusieurs groupes distincts.

b. Pendant la différenciation, le liber apparaît en plusieurs points dans chaque massif.

c. Chez les *Dioscorea illustrata* et *D. discolor*, chacun des massifs réparateurs se compose d'un faisceau antérieur et d'une masse postérieure

qui, dans les idées généralement admises, équivaut au moins à un faisceau.

d. Dans la différenciation du massif réparateur du *D. illustrata* et du *D. discolor,* on voit se former une première trachée dans le faisceau antérieur ; ultérieurement, un pôle ligneux apparaît dans la masse postérieure du réparateur.

e. Chaque massif sortant se divise au nœud en trois parties, dont l'antérieure sort comme faisceau foliaire, les autres restant dans la tige.

f. En suivant le parcours des faisceaux dans certains rameaux du *D. Batatas,* on voit des massifs réparateurs se former par la superposition radiale de deux massifs, tous deux pourvus de trachées antérieures. Le massif résultant de cette réunion est un réparateur ordinaire avec trachées dans sa pointe seulement. On observe ce fait lorsqu'à une région nodale la portion antérieure d'un réparateur vient se placer en avant d'un massif externe.

g. Lorsqu'au nœud les portions antérieures des massifs réparateurs s'anastomosent latéralement entre elles, les portions postérieures restent distinctes plus longtemps, et leur mise en rapport est beaucoup moins étendue. Le massif réparateur est donc composé de parties qui se comportent différemment.

h. Dans certains rameaux du *D. variifolia*, le nombre des massifs libéro-ligneux étant très réduit, les faisceaux foliaires latéraux sortent de la région postérieure des systèmes réparateurs.

6. Le type moyen du parcours des faisceaux se trouve réalisé dans les rameaux du *Tamus communis* dont le cycle est $\frac{3}{8}$ sénestre. Ce même parcours se rencontre aussi chez le *Discorea Batatas*, dans les rameaux de même cycle. Mais on peut rencontrer chez cette dernière plante des rameaux plus grêles, dont le cycle est moins élevé, et aussi des rameaux plus forts dont les feuilles sont verticillées par deux ou par trois. La plupart des autres Dioscorées présentent le cycle $\frac{3}{8}$, d'autres le cycle $\frac{2}{5}$. Chez quelques espèces enfin, la plupart des tiges ont des feuilles verticillées par deux.

Mais si le cycle varie beaucoup, les caractères énumérés ci-dessus sont communs à toutes les Dioscorées.

Les rapports contractés par les massifs libéro-ligneux au niveau du nœud, l'émission des faisceaux foliaires, l'insertion

des bourgeons axillaires, la nature anastomotique des massifs libéro-ligneux, leur disposition sur deux rangs sont des caractères plus importants et plus généraux.

Comparativement à la tige des Taccacées, la tige des Dioscorées est caractérisée :

1° Par la réduction du système des faisceaux périphériques;

2° Par la réunion des divers faisceaux du groupe sortant en un massif à plusieurs lobes libériens ;

3° Par la spécialisation plus élevée de la portion réparatrice, les faisceaux réparateurs étant groupés en systèmes anastomotiques.

CHAPITRE DEUXIÈME.

LA FEUILLE DES DIOSCORÉES.

Historique.

M. Falkenberg est le premier auteur qui se soit occupé de l'anatomie de la feuille des Dioscorées. Encore n'est-il question dans son travail (1) que de la partie inférieure du pétiole du *Dioscorea villosa*. Cet auteur admet que les faisceaux intermédiaires s'insèrent directement sur les faisceaux réparateurs de la tige, tandis que ces faisceaux proviennent en réalité chez *D. villosa* de la division des faisceaux foliaires latéraux.

M. Jüngner (2) a étudié surtout l'anatomie de la feuille du *Dioscorea japonica*. Il signale la présence de trois groupes libériens dans le massif libéro-ligneux de la nervure médiane, de deux groupes libériens dans les nervures secondaires, d'un seul groupe dans les nervures plus grêles. Il indique en outre l'élargissement des derniers éléments vasculaires trachéens qui constituent les terminaisons en pointe libre.

M. Bucherer (3) décrit très brièvement la nervation de la

---

(1) Falkenberg. *Vergleich. Untersuch. ub. d. Bau d. Vegetationsorg. der Monocotyledonen*, Stuttgart, 1876, p. 65.

(2) Jungner. *Bidrag till Kannedomen om Anatomien hos Familjen Dioscoreæ*. Stokholm, 1888.

(3) Bucherer. *Beitr. z. Morphol. u. Anatomie der Dioscoreaceen*. Cassel 1889.

feuille et la course des faisceaux dans la région inférieure de la feuille du *Tamus*.

M. Correns (1) a décrit le développement et la structure des nectaires extranuptiaux que l'on trouve chez beaucoup de Dioscorées, sur la face postérieure du limbe, soit à la pointe, soit à la base du limbe.

§ 1. — Morphologie.

Chez les Dioscorées, la feuille peut être simple ou composée. Lorsqu'elle est simple, elle comprend un long pétiole et un limbe cordé, symétrique par rapport à la nervure médiane.

Lorsqu'elle est composée, la feuille présente encore un long pétiole portant à son extrémité trois à sept folioles; parmi celles-ci, la foliole médiane seule est symétrique par rapport à sa nervure médiane; les autres folioles sont toutes plus ou moins dissymétriques, leur moitié la plus forte étant la plus éloignée du plan de symétrie de la feuille entière.

Le pétiole présente toujours à sa base un renflement dépourvu d'éléments mécaniques, qui permet à la feuille de prendre diverses directions. On trouve un renflement analogue à l'autre extrémité du pétiole près de l'origine du limbe. Ces renflements sont quelque peu accusés. Ils existent néanmoins dans les feuilles composées comme dans les feuilles simples.

La nervation de la feuille comprend une nervure médiane qui est la plus forte et deux ou trois nervures latérales primaires. Ces nervures fournissent des ramifications secondaires qui, à leur tour, produisent des nervures

---

(1) Correns. *Ub. d. extranuptial Nectarien von Dioscorea. Sitzungzb. d. Kais. Akad. der Wiss. in. Wien.* Bd. XCVII. Adth. 1. 1888.

tertiaires; celles-ci s'anastomosent en un réseau dont les mailles, subdivisées encore par les nervures de quatrième ordre, renferment les dernières ramifications des nervures qui se terminent librement en pointe.

Les stipules sont assez rares, on en trouve chez *Helmia bulbifera* sous forme de lamelles très minces. Les stipules sont réduites à des aiguillons parenchymateux chez *Dioscorea aculeata*, *Tamus communis* et *T. cretica*.

La feuille peut être velue ou glabre, ou bien encore les poils peuvent être localisés sur la face inférieure du limbe. Comme autre particularité, on peut citer les épines que l'on trouve sur le pétiole et sur certaines nervures de quelques espèces (*D. anguina, D. repanda, Helmia hirsuta*).

Les *glandes discoïdes* sont très fréquentes chez ces plantes. On les trouve bien développées à la base du limbe des *D. Batatas, D. illustrata, D. sinuata, D. aculeata, Helmia bulbifera, Tamus communis*, etc., et à la pointe du limbe de *D. aculeata, D. repanda, D. spiculata, Testudinaria elephantipes*. — Dans une même espèce, et sur la même plante, certaines feuilles présentent des glandes soit à la pointe, soit à la base, alors que d'autres en sont complètement dépourvues. L'absence de glandes dans une espèce donnée ne peut être acceptée qu'après l'examen de matériaux nombreux et variés.

Dans l'étude des feuilles des Dioscorées, nous débuterons par l'examen des feuilles simples en étudiant comme type celle du *Dioscorea Batatas;* puis nous passerons aux feuilles composées dont nous décrirons deux exemples (*Helmia hirsuta H. pentaphylla*).

§ 2. — Anatomie.

a. — *Feuilles simples.*

1. Feuille du Dioscorea Batatas Desne.

Le pétiole de la feuille du *Dioscorea Batatas* s'insère sur la tige par une région élargie qui correspond à une gaîne très réduite. Cette gaîne embrasse les $\frac{2}{3}$ de la circonférence de la tige dans les grandes feuilles insérées sur des tiges provenant directement de bulbilles ; l'insertion se réduit au $\frac{1}{3}$ ou au $\frac{1}{4}$ chez les feuilles verticillées.

Le pétiole ne porte pas de stipules.

La région inférieure du pétiole est très souvent fortement courbée ou tordue, c'est le cas sur les rameaux qui n'ayant pu s'accrocher, retombent vers le sol. Les feuilles de ces tiges se trouveraient renversées si la région inférieure du pétiole en se tordant et en se courbant ne remettait la feuille dans sa position normale, face supérieure en haut. Il se produit des torsions analogues lorsque certaines feuilles sont gênées par leurs voisines ou par le support contre lequel grimpe la plante. La région capable de se courber ou de se tordre se trouve à la base du pétiole, elle est légèrement renflée chez cette plante.

Le pétiole présente, au-dessus du renflement inférieur, des côtes longitudinales très nettes, une postérieure, les quatre autres latérales, formant deux paires. Les deux côtes latérales antérieures sont séparées par une région creusée en gouttière. Les autres côtes sont séparées l'une de l'autre par des gouttières peu profondes.

Le pétiole est droit depuis le renflement inférieur jusque tout près de l'insertion du limbe où se trouve encore un renflement semblable à celui qui est en bas du pétiole, mais

moins accusé. Les côtes, en effet, se continuent sur ce renflement ; les côtes antérieures s'accentuent même à ce niveau sous la forme d'arêtes ondulées.

Le limbe fait le plus souvent un angle presque droit avec le pétiole. il a une forme cordée (fig. 2, pl. VII). Dans les feuilles insérées sur les tiges issues de bulbilles, la pointe est moins accentuée (fig. 5, pl. VII). Les tiges des vieux tubercules ont des feuilles à pointe très allongée, séparée des parties latérales par un sinus assez profond (fig. 2, pl. VII).

La surface du limbe est luisante, surtout sur la face antérieure et complètement glabre sur la feuille adulte.

La nervation est très constante. Les petites variations du contour du limbe n'ont aucune influence sur la distribution des faisceaux dans la feuille. Dès la base du limbe on distingue sept nervures primaires, une médiane et six latérales symétriques deux à deux. La nervure médiane se rend directement au sommet de la feuille émettant sur son trajet des nervures secondaires alternes ; celles-ci fournissent à leur tour des nervures tertiaires qui s'anastomosent entre elles bout à bout et constituent de petits polygones irréguliers (fig. 2 à 5, pl. VII). Les nervures qui bordent ces mailles fournissent des nervures de quatrième ordre qui se ramifient plusieurs fois et se terminent librement dans le parenchyme (fig. 3 et 4, pl. VII). Les deux nervures latérales les plus voisines de la nervure médiane décrivent un arc dont la concavité regarde cette nervure ; ces deux nervures latérales se prolongent jusqu'au sommet de la feuille, émettant sur leur trajet des nervures secondaires faibles vers la nervure médiane, plus fortes du côté opposé ; les premières s'anastomosent bout à bout avec les nervures secondaires médianes, les autres se dirigent vers l'extérieur et se relient bout à bout avec des nervures grêles issues des nervures latérales suivantes. Les nervures latérales de la seconde paire se comportent comme celles de la première paire sur la moitié environ de leur course ; elles n'atteignent pas le sommet de la feuille, et dans la seconde moitié de

leur parcours, elles longent le bord du limbe et représentent des nervures marginales, n'émettant plus vers le bord que des ramifications très grêles. La troisième paire de nervures latérales s'étend moins loin encore, elle reste dans la région de la feuille comprise entre le sinus et la base du limbe. A peu de distance de sa base, la troisième nervure latérale fournit vers l'extérieur une nervure secondaire presque aussi forte qu'elle-même et qui cotoie le bord antérieur du limbe.

Toutes les nervures latérales ont comme caractère commun de produire des ramifications plus fortes vers l'extérieur que vers la région médiane du limbe.

Comme la nervure médiane, les nervures latérales fournissent des nervures secondaires qui s'anastomosent bout à bout avec les ramifications de même ordre issues de nervures voisines. Les nervures de troisième ordre constituent de petits polygones diversement conformés, elles fournissent des nervures de quatrième ordre, qui se ramifient souvent plusieurs fois à l'intérieur du petit polygone pour se terminer librement dans le parenchyme par de très petites nervures courbes (fig. 3, pl. VII).

Les angles d'émission des nervures secondaires varient; ils sont voisins d'un angle droit dans la moitié supérieure de la nervure médiane, un peu moins ouverts dans la moitié inférieure. Les angles des nervures latérales avec leurs nervures secondaires sont plus faibles, ils varient entre 60 et 80°.

Les faisceaux foliaires encore engagés dans la région superficielle de la tige présentent la structure représentée fig. 6, pl. VII. Leur masse libérienne comprend par deux ou trois îlots séparés par des files d'éléments ligneux. Ces files ligneuses occupent la région médiane du faisceau et les parties latérales; les trachées les plus antérieures sont en partie remplacées par des lacunes. Les éléments libériens et en particulier les cellules grillagées (*cg*) sont moins larges que dans la tige.

Avant d'entrer dans le pétiole, les trois faisceaux foliaires se divisent, le médian en trois branches et chacun des deux latéraux en deux branches. La branche partie de la droite du foliaire médian s'unit à la branche issue de la gauche du foliaire latéral droit pour former un faisceau *intermédiaire*. Le même fait se produit à gauche. On a donc en tout cinq faisceaux : un médian *M*, deux latéraux externes *Lg* et *Ld* et deux autres latéraux *intermédiaires Ig* et *Id* (fig. 7, pl. VII).

A peu de distance de son insertion sur la tige, chacun des faisceaux latéraux extrêmes émet un petit lobe vers la région antérieure du pétiole. — Les deux lobes ainsi formés se réunissent sur la ligne médiane en avant du pétiole, en un faisceau antérieur (*A* fig. 7, pl. VII). Mais avant de se réunir à son symétrique, chacun des deux petits faisceaux émet de petites branches qui le mettent en rapport avec le faisceau latéral dont il est issu (fig. 7, pl. VII).

Dans le renflement inférieur du pétiole, la gaîne mécanique manque, les faisceaux ne présentent pas non plus d'éléments sclérifiés, seuls les éléments ligneux épaississent leurs parois (fig. 8, pl. VII).

La section moyenne du pétiole a une forme pentagonale (fig. 9, pl. VII). A chacune des cinq saillies de la surface correspond un faisceau. Ces cinq faisceaux sont le faisceau médian, les deux latéraux extrêmes (*Lg* et *Ld* fig. 9, pl. VII) et les deux intermédiaires (*Ig* et *Id* fig. 10, pl. VII). Ils forment ce qu'on peut appeler *l'arc postérieur* du pétiole. Contre la face antérieure du pétiole sur la ligne médiane se trouve un petit faisceau, qui forme à lui seul *l'arc antérieur*. Une gaîne mécanique *G* formée d'un rang de cellules relie les faisceaux dans leur région externe (fig. 9, pl. VII). Chacun des faisceaux de l'arc postérieur se compose d'une lame ligneuse médiane qui traverse le faisceau d'avant en arrière, et de deux masses libériennes situées l'une à droite, l'autre à gauche du faisceau. Dans le petit faisceau antérieur, le liber forme une seule petite masse située vers la face antérieure du pétiole. — On trouve ça et là dans le tissu

fondamental des cellules cristalligènes à raphides (*R*, fig. 9, pl. VII).

Le pétiole présente cette structure depuis le renflement inférieur jusqu'au niveau du renflement supérieur.

Dans ce renflement supérieur, la gaîne mécanique et les éléments sclérifiés des faisceaux font défaut.

En haut du pétiole, les faisceaux de l'arc postérieur s'anastomosent latéralement. De l'arcade ainsi produite partiront les nervures (fig. 7, pl. VII). L'unique faisceau qui représente ici l'arc antérieur s'élargit et se divise en six petites ramifications, dont deux se placent à droite et à gauche du faisceau médian, deux autres se joignent aux faisceaux intermédiaires, les deux dernières enfin aux faisceaux latéraux.

Avant de recevoir cet appoint venu de l'arc antérieur, le faisceau médian fournit une branche droite qui se soude aussi à l'intermédiaire gauche. Ce qui reste du faisceau médian du pétiole forme la nervure médiane.

Le faisceau intermédiaire gauche se soude au latéral gauche et de cette réunion passagère sortent trois nervures latérales, ce sont les latérales 1, 2 et 3. Entre les nervures 1 et 2 on voit s'insérer en outre une petite nervure grêle. De même au-delà de la troisième nervure latérale s'insère une petite nervure qui longe le bord du limbe (nervure marginale). Les mêmes faits se passent dans la moitié droite de la feuille (fig. 7, pl. VII).

La nervure médiane ne renferme qu'un seul massif libéro-ligneux dont nous venons de décrire l'insertion. Une section transversale de cette nervure montre un épiderme antérieur (*Epa* fig. 10, pl. VII) fortement épaissi sur la face externe et un épiderme postérieur renforcé de collenchyme. La cuticule de ces épidermes présente des rides allongées dans le sens de la nervure. Le tissu fondamental postérieur compris entre le faisceau et l'épiderme postérieur est composé de deux grands éléments. Le tissu fondamental compris entre l'épiderme antérieur et le faisceau ne comprend que deux ou trois rangs de petits éléments. Le massif libéro-ligneux

renferme quatres files ligneuses à trachées antérieures peu nettes ; les deux files médianes sont composées de deux grands éléments et s'avancent plus loin vers l'extérieur, les deux files externes sont formées d'éléments plus petits. Le liber se trouve réparti en quatre îlots, dont deux moyens plus petits, et deux latéraux plus étendus. Ce liber ne renferme pas de grands tubes grillagés comme celui de la tige (fig. 10, pl. VII).

Le massif libéro-ligneux de la nervure médiane renferme encore trois îlots libériens distincts tout près du sommet de la feuille (fig. 11 pl. VII). Dans cette région le massif libéro-ligneux est protégé en avant et en arrière par un arc de tissu mécanique. Plus près de la pointe de la feuille, la nervure médiane devient plus grêle, le liber ne forme plus qu'un seul îlot (fig. 12 et 13, pl.VII).

Les nervures latérales présentent la même structure que la nervure médiane. Comme elles sont un peu plus faibles, leur structure se simplifie plus rapidement. On a les mêmes variations que pour la nervure médiane.

Les nervures secondaires et tertiaires sont formées d'un groupe ligneux et d'une masse libérienne simple. Il en est de même des nervures de quatrième ordre (fig. 15, pl.VII).

Ce sont ces dernières nervures qui se terminent en pointe libre dans le parenchyme limbaire. Les terminaisons des nervures observées par transparence à un faible grossissement paraissent renflées. Cette apparence est due à la présence de cellules dont l'alcool précipite le contenu en brun (fig. 16, pl.VII). Les terminaisons des faisceaux sont formées par deux ou trois trachées légèrement globuleuses accompagnées de quelques éléments à parois minces représentant le liber (fig. 16, pl.VII).

Le mésophylle foliaire est différencié en parenchyme en palissade formant une seule couche de cellules larges et courtes contre l'épiderme antérieur, et en parenchyme aérifère à cellules arrondies ou rameuses. Les lacunes aérifères sont grandes et nombreuses. Tandis que les cellules du

parenchyme en palissade sont serrés l'une contre l'autre, laissant entre elles de très petites lacunes, les cellules rameuses situées sous l'épiderme postérieur sont grandes et séparées par des lacunes irrégulières (fig. 20, pl. VII). Le mésophylle renferme de nombreuses glandes à raphide *cr* (fig. 3 pl. VII).

Les cellules de l'épiderme antérieur *Epa* (fig. 16, pl. VII), sont plus grandes et plus épaisses que celles de l'épiderme postérieur *Epp* (fig. 16 pl. VII). Vues de face, elles présentent un contour polygonal et des faces latérales planes ou très peu ondulées (fig. 17 pl. VII). Au dessus des nervures, elles sont allongées dans la direction de celles-ci et leur cuticule est striée longitudinalement (fig. 17, pl. VII). Certaines cellules très peu nombreuses portent des poils courts, globuleux, pluricellulaires, de la forme représentée fig. 18 et 19, pl. VII. La cuticule des cellules qui entourent la cellule basilaire du poil présente des stries qui rayonnent autour du poil.

L'épiderme de la face postérieure de la feuille se compose de grandes cellules (fig. 18, pl. VII) dont les parois latérales sont très sinueuses. Au-dessus des nervures seulement, les cellules s'allongent dans le sens des nervures et la cuticule est striée dans la même direction. Les stomates, localisés sur cet épiderme, sont très nombreux, ils ne présentent pas de cellules annexes. On trouve également sur cet épiderme des poils globuleux, plus nombreux même que sur l'épiderme antérieur (*P*, fig. 18, pl. VII).

Au bord du limbe, les cellules du mésophylle sont toutes semblables, les lacunes intercellulaires sont très réduites. L'épiderme marginal (fig. 14, pl. VII) est formé de cellules hautes à cuticule épaisse striée. Les parois latérales et inférieures des cellules épidermiques marginales sont aussi épaissies. L'ensemble de ces particularités contribue à donner de la résistance au bord du limbe. Ce bord est un peu replié vers la face inférieure de la feuille.

Cette feuille présente à la base du limbe, sur sa face

postérieure, dans les angles formés par les nervures primaires, des *glandes discoïdes* dont le contenu est précipité en brun par l'alcool. Ces glandes ont la même structure que celles que l'on trouve chez le *D. sinuata*.

2. Feuille du Dioscorea illustrata Hort.

La forme de la feuille est sensiblement la même que celle du *D. Batatas*; elle est cependant un peu plus large et ne présente jamais le sinus latéral.

L'insertion de la feuille est relativement plus large que chez le *D. Batatas*; elle embrasse les $\frac{2}{5}$ de la tige, les feuilles étant alternes et disposées suivant le cycle $\frac{2}{5}$.

Les stipules font défaut.

La région inférieure du pétiole présente un renflement très bien caractérisé, plus développé que chez le *D. Batatas*. La région moyenne du pétiole montre cinq côtes très accusées qui s'étendent depuis le renflement inférieur jusqu'à l'insertion du limbe. Le renflement supérieur est aussi plus marqué dans cette espèce que dans l'espèce précédente.

La surface supérieure du limbe présente un aspect velouté dont nous verrons plus loin la cause.

De l'insertion du pétiole partent en divergeant dans le limbe sept nervures primaires dont une médiane. La troisième nervure latérale de chaque côté fournit une ramification presque aussi forte qu'elle même, qui parcourt la région antérieure du limbe. Ce sont encore les nervures de quatrième ordre qui se terminent librement dans le parenchyme. Le limbe renferme de nombreuses cellules à raphides allongées parallèlement à la surface du limbe.

La feuille reçoit de la tige trois faisceaux. Le réseau inférieur du pétiole est le même que chez l'espèce précédente, mais on voit en outre une branche *br* (fig. 22, pl. VII) qui part de la base du faisceau intermédiaire et qui va se jeter sur le faisceau latéral du même côté. Cette branche n'existait

pas chez l'espèce précédente. La formation de ce réseau inférieur du pétiole est représentée en projection horizontale (fig. 22, pl.VII). — On trouve en outre dans la région moyenne du pétiole, en particulier chez les grandes feuilles, quatre petits faisceaux grêles supplémentaires intercalés entre le médian et les intermédiaires, puis entre ceux-ci et les faisceaux latéraux. Ces faisceaux grêles s'insèrent sur le réseau de la base du pétiole. Il peut arriver aussi que l'un des faisceaux du pétiole, un latéral, par exemple, ou les deux faisceaux symétriques soient représentés chacun par deux branches équivalentes. Dans ce cas, les deux branches qui représentent un même faisceau se réunissent en un seul massif vers le haut du pétiole.

Les autres faisceaux présentent une structure d'autant plus simple qu'ils sont plus petits. Le petit faisceau qui représente l'arc antérieur n'a qu'une seule masse libérienne.

L'origine des nervures de la feuille est la même que chez le *D. Batatas*. On a représenté,en projection horizontale les rapports des faisceaux du pétiole et du limbe sur la fig. 24, pl. VII.

La nervure médiane ne renferme qu'un seul massif libéro-ligneux dont la structure est plus complexe encore que celle du faisceau médian du pétiole. Dans ce massif (fig. 25, pl. VII), les fibres primitives forment une masse importante à la partie antérieure. Les premières trachées sont détruites, leur place est indiquée par des lacunes. Le bois se compose d'un grand nombre de vaisseaux ligneux formant des files très irrégulières séparées par du parenchyme à parois minces. Les plus grands vaisseaux ligneux sont moins larges que ceux du pétiole. Le liber du massif forme un petit groupe postérieur médian et trois groupes de chaque côté. Dans chaque groupe, on voit une ou deux grandes cellules grillagées. Le massif est protégé dans sa région postérieure par une bande de deux ou trois assises de fibres mécaniques.

L'émission des nervures secondaires et la simplification

du massif libéro-ligneux de la nervure médiane se produisent comme chez le *D. Batatas*.

Les autres nervures primaires sont plus grêles que la nervure médiane. Les nervures de second, troisième et quatrième ordre ne présentent qu'une masse libérienne. Les plus grêles se composent de quelques trachées et de quelques éléments libériens étroits. Elles se terminent en pointe libre dans le parenchyme limbaire à égale distance des deux épidermes (fig. 26, pl. VII). Ces terminaisons semblent formées exclusivement de trachées globuleuses; le liber, s'il existe, n'y est pas reconnaissable.

Le parenchyme en palissade n'a qu'un rang de cellules dont la longueur est double de la largeur (*Pal* fig. 27, pl. VII). Le parenchyme rameux a trois couches de cellules arrondies séparées par de grandes et nombreuses lacunes (fig. 27, pl. VII).

Les cellules à raphides sont très grandes, placées sous le parenchyme en palissade (*R* fig. 27, pl. VII). On les voit par transparence en examinant le limbe à un faible grossissement (*R* fig. 21, pl. VII).

L'épiderme antérieur se compose de grandes cellules à contour polygonal, sensiblement de même taille (fig. 28, pl. VII). Chacun de ces éléments présente au milieu de sa surface libre une éminence très accentuée (fig. 28, pl. VII) qui montre latéralement de nombreuses stries descendant du sommet de la saillie vers la périphérie du contour cellulaire. Ce sont ces ornementations des cellules épidermiques qui donnent à la surface antérieure du limbe son aspect velouté. L'épiderme antérieur ne présente ni poils, ni stomates.

L'épiderme de la face postérieure du limbe présente les mêmes caractères que celui de la feuille du *D. Batatas*.

Parfois la feuille du *D. illustrata* reçoit de la tige cinq faisceaux qui se continuent directement par les faisceaux du pétiole. Dans ce cas, les faisceaux intermédiaires sont la continuation directe de faisceaux venant de la tige. Les faisceaux se mettent cependant en relation entre eux à la

base du pétiole où ils sont reliés par des ponts libéro-ligneux.

La feuille du *D. illustrata* présente une glande de chaque côté de l'insertion du pétiole sur la tige (*N* fig. 29 et 31, pl. VII). Cette glande se compose d'un amas de cellules beaucoup plus petites que les éléments du tissu fondamental. La limite externe de cet amas est occupée par un cambiforme. La glande a la forme d'un ovoïde allongé parallèlement à la surface dans le sens du pétiole (fig. 30, pl. VII). L'épiderme s'invagine vers la région moyenne de la glande, de manière à former une petite fossette qui pénètre dans le tissu de la glande (*c* fig. 29 et 30, pl. VII).

Dans les angles formés par les nervures primaires, on trouve sur la face inférieure du limbe des glandes discoïdes petites et peu nombreuses ; on en trouve également vers la pointe de la feuille, mais il n'y en a pas sur la pointe elle-même. Le contenu de toutes ces glandes est bruni sous l'action de l'alcool.

Les caractères particuliers de la feuille de cette espèce sont donc :

La présence d'une branche vasculaire qui relie le faisceau intermédiaire et le faisceau latéral du même côté à la base du pétiole ;

Les deux glandes de la base du pétiole ;

La complexité des massifs libéro-ligneux du pétiole et des nervures primaires ;

Les ornementations des cellules de l'épiderme antérieur.

3. Feuille du Dioscorea repanda Bl.

Par sa forme, la feuille rappelle celle de la plupart des Dioscorées. Elle en diffère par la consistance plus grande de son limbe et par la forme du bord dans la moitié inférieure du limbe. Ce bord est retroussé en dessous de sorte que le

limbe paraît fortement convexe. C'est à cette forme du bord que l'espèce doit son nom. Sur toute sa surface antérieure, le limbe est formée par un assemblage de régions bombées correspondant aux mailles du réseau des nervures.

Le pétiole reçoit de la tige trois faisceaux qui se relient entre eux et forment les faisceaux intermédiaires comme chez le *D. Batatas*.

Le réseau qui se produit à l'origine des nervures présente la même structure que chez le *D. Batatas*.

La face antérieure du limbe est glabre, luisante, elle est recouverte d'un épiderme dont les cellules, presque toutes égales entre elles, ont des parois latérales planes ou légèrement ondulées.

Les cellules de l'épiderme postérieur ont des parois latérales très ondulées. Certaines d'entre elles portent des poils. Ces poils sont de deux sortes : les uns ressemblent aux poils globuleux des autres Dioscorées : les autres, très longs, se composent d'une cellule basilaire qui supporte un groupe de cellules formant une sorte de couronne surmontée d'une grande cellule très allongée terminée en pointe. Ces poils sont très nombreux sur la face inférieure de la feuille (fig. 32, pl. VII).

Les cellules qui recouvrent les nervures sont allongées et pourvues d'une cuticule à stries parallèles.

Le pétiole est rigide ; l'ensemble des faisceaux est entouré par une gaîne scléreuse ayant trois à quatre cellules d'épaisseur.

Chaque nervure est protégée en avant et en arrière par un arc de cellules durcies qui donne de la rigidité au réseau des nervures du limbe.

Les glandes discoïdes n'existent pas à la base du limbe ; on les rencontre à la pointe de la feuille ; elles rappellent les glandes analogues du *D. spiculata* et du *D. aculeata*.

4. Feuille du Dioscorea spiculata Bl.

La feuille de cette espèce a une forme cordée avec pointe longue. Le limbe est mince et peu résistant. La pointe prend une épaisseur et une consistance un peu plus fortes que celles du reste du limbe.

La nervation ne présente rien de spécial.

La feuille reçoit de la tige trois faisceaux qui forment comme d'ordinaire les cinq faisceaux de l'arc postérieur du pétiole et le petit faisceau de l'arc antérieur.

Les rapport des nervures avec les faisceaux du pétiole sont les mêmes que chez les Dioscorées, à feuilles simples précédemment décrites.

L'épiderme antérieur se compose de grandes cellules à contour polygonal et à parois latérales planes. Certaines de ces cellules, beaucoup plus petites que les autres, portent des poils globuleux pluricellulaires. La cuticule de ces cellules épidermiques est striée comme chez *D. aculeata, D. pentaphylla.* Autour de la base des poils, les stries rayonnent en divergeant.

Les cellules de l'épiderme postérieur ont les parois latérales fortement ondulées. Les poils globuleux pluricellulaires et les stomates sont nombreux sur cet épiderme.

La pointe de la feuille montre sur sa face postérieure des glandes comme celles des *D. aculeata*, *D. repanda*. La forme, la structure, les rapports avec les nervures sont les mêmes. Cette région présente en outre sur sa face antérieure des poils allongés pluricellulaires, comparables à des poils globuleux, mais dans lesquels la cellule terminale se serait beaucoup allongée, et cloisonnée ensuite transversalement.

La base du limbe présente aussi quelques glandes discoïdes dans les angles formés par les nervures primaires.

5. Feuille du Dioscorea aculeata L.

La feuille de cette espèce se distingue de celle de toutes les autres Dioscorées par plusieurs caractères. Le limbe est très large. Sa largeur totale est à peu près double de la distance de sa base à la pointe (fig. 33, pl. VII). Les stipules sont représentés par deux productions en forme d'aiguillons insérées de chaque côté du pétiole et tout à fait à sa base. A son sommet, le limbe se rétrécit brusquement et se termine par une pointe étroite mais plus épaisse que le reste du limbe (fig. 33, pl. VII).

En raison de la grande largeur du limbe, la nervation est plus développée que chez la plupart des Dioscorées. La feuille présente une nervure médiane et dans chaque moitié du limbe, cinq nervures latérales primaires ; la nervure médiane émet à droite et à gauche presque à angle droit des nervures secondaires qui vont rencontrer les premières nervures latérales. Celles-ci émettent à leur tour vers l'extérieur des nervures secondaires qui se prolongent jusqu'aux nervures primaires latérales suivantes et ainsi de suite. Ces nervures secondaires se ramifient à leur tour et les nervures tertiaires qu'elles fournissent s'anastomosent entre elles pour constituer un réseau. Les mailles de ce réseau sont subdivisées à leur tour par les nervures de quatrième ordre ; et c'est dans les mailles formées par ces dernières que se terminent en pointe libre les nervures de cinquième ordre après s'être ramifiées une ou deux fois.

La pointe mucronée qui se trouve au sommet de la feuille est parcourue par la nervure médiane et par les quatre nervures primaires les plus voisines. Ces nervures se terminent toutes en pointe et non en se jetant l'une sur l'autre.

La feuille reçoit de la tige trois faisceaux qui se divisent tous à la base du pétiole. Le médian se divise en trois branches, une médiane, une droite et une gauche. Chacune

des deux dernières s'unit à une ramification du faisceau latéral pour former le faisceau intermédiaire. Le faisceau latéral lui-même, au lieu de rester simple, comme c'est le cas le plus ordinaire, se divise en deux branches. La plus interne reste simple, l'externe fournit vers la région antérieure du pétiole un petit faisceau qui représentera l'arc antérieur. Mais ce n'est que tout au sommet du pétiole, un peu au-dessous du réseau destiné à la formation des nervures, que les deux faisceaux antérieurs se réunissent en une seule masse.

Les aiguillons qui représentent les stipules à la base du pétiole sont des éminences purement parenchymateuses qui ne reçoivent pas de ramifications vasculaires. Elles sont comparables aux stipules des *Tamus* dont elles occupent la place.

Pour former les nervures, le faisceau de l'arc antérieur s'élargit brusquement et s'étend sur presque toute la largeur du pétiole, après quoi tous les faisceaux postérieurs viennent se souder avec lui. Ces derniers s'élargissent ensuite pour s'anastomoser latéralement et constituer une masse unique. C'est aux dépens de cette masse que se forment les nervures. On peut voir cependant que la nervure médiane est formée par le faisceau médian du pétiole. La première nervure primaire latérale provient du faisceau intermédiaire. La deuxième nervure primaire latérale vient de la branche interne du faisceau latéral. Les deux dernières nervures latérales sont produites par la branche externe du faisceau latéral.

La structure des nervures, leur terminaison ne présentent rien de particulier.

L'épiderme antérieur se compose de grandes cellules à contour polygonal dont les faces latérales sont planes. Il est dépourvu de poils, sauf dans la région de la pointe.

La cuticule de cette face est ornée de stries très fines formant un réseau à mailles irrégulières; les stries rayonnent

du centre de chaque contour cellulaire et se continuent d'une cellule à l'autre (fig. 34, pl. VII).

Les cellules de l'épiderme postérieur sont plus petites que celles de l'épiderme antérieur, leur parois latérales sont planes ou peu ondulées. Les stomates sont très nombreux sur cette face. Certaines cellules, plus petites que les autres, portent des poils qui diffèrent complètement par leur forme de ceux des Dioscorées que j'ai pu étudier. Ces poils se composent de deux cellules, l'une courte sert de hampe, l'autre insérée à angle droit sur la première a la forme d'un useau très long terminé en pointe effilée à chaque bout; chacune des deux moitiés est souvent diversement contournée (fig. 35, pl. VII).

La feuille présente des glandes discoïdes localisées à la base du limbe dans les angles formés par les nervures primaires.

La pointe mucronée de la feuille présente une épaisseur beaucoup plus considérable que le reste du limbe. En section transversale, on voit que le parenchyme compris entre les faisceaux et l'épiderme antérieur a été le siège de nombreux cloisonnements parallèles à la surface. L'épiderme antérieur comme l'épiderme postérieur portent dans cette région les poils caractéristiques décrits plus haut (fig. 35, pl. VII).

Les sections transversales pratiquées dans la pointe montrent en outre la présence de glandes analogues aux glandes discoïdes de la base du limbe. La face antérieure porte une ou deux de ces glandes dans sa région médiane. La face postérieure porte des glandes plus nombreuses et plus développées, disposées en quatre files, deux externes qui se prolongent plus loin vers la pointe de la feuille, et deux internes qui n'occupent que la région la plus large de la pointe.

Ces glandes rentrent dans le même type que les glandes discoïdes, mais leur développement est plus considérable. Au point où la glande touche l'épiderme, la surface est invaginée de façon à constituer un véritable canal qui

s'enfonce dans la masse glandulaire (fig. 36, pl. VII). Celle-ci est formée de cellules très petites à parois minces, elle est séparée du reste du parenchyme foliaire par une gaîne nettement indiquée par de légers épaississements des parois cellulaires. La glande s'enfonce dans le tissu de la feuille et présente des ramifications irrégulières dans diverses directions. La partie la plus large de la glande est la plus profondément enfoncée, elle s'approche très près de la région libérienne de petites nervures grêles (fig. 36, pl. VII). Ces rapports des glandes avec les nervures peuvent s'observer facilement pour toutes les glandes de la face postérieure.

6. Feuille de l'Helmia bulbifera Kunth.

La feuille est simple, nettement cordée. Elle paraît glabre à l'œil nu, les poils y sont, en effet, peu nombreux et visibles seulement à un fort grossissement.

Le pétiole présente des stipules à sa région inférieure. Ce sont deux lames foliacées minces (fig. 37, pl. VII) dont l'épiderme dépourvu de stomates est semblable sur ses deux faces. Ces stipules ne reçoivent pas de faisceaux. Elles partent de la base du pétiole et vont se croiser en embrassant la tige sur la face opposée. Le bord externe de chaque stipule se continue sur le pétiole par une crête membraneuse qui borde la face antérieure du pétiole. Ces crêtes sont fortement ondulées à la partie supérieure du pétiole, elles se continuent sur la face postérieure du limbe par la quatrième nervure primaire. Le bord du limbe prend naissance en avant de cette crête sur le pétiole. La face antérieure du pétiole est très concave.

Les rapports des faisceaux du pétiole avec ceux des nervures sont ceux que nous connaissons chez le *D. Batatas*.

La nervure médiane renferme un seul massif libéro-ligneux dans lequel le liber forme quatre à six groupes.

L'épiderme antérieur est formé de cellules polygonales dont la cuticule est striée ; certaines cellules portent des poils globuleux. On trouve sur cet épiderme quelques rares stomates.

L'épiderme postérieur est formé de cellules à contours sinueux entre lesquelles se trouvent de très nombreux stomates. Les stries de la cuticule ne se voient que sur les cellules qui recouvrent les nervures, elles y sont parallèles.

La face postérieure de la feuille présente des glandes discoïdes, dans les angles formés par les nervures primaires et aussi tout à la pointe où elles sont localisées entre la nervure médiane et les deux premières nervures latérales qui se prolongent jusqu'à un ou deux millimètres du sommet. On rencontre encore quelques autres glandes disséminées dans l'espace compris entre la base et le milieu du limbe.

Une Dioscorée récemment apportée de Madagascar au Muséum se rapproche tellement de l'*H. bulbifera* qu'on peut l'identifier avec cette espèce. L'*H. bulbifera* a été d'ailleurs signalé à Madagascar par Grisebach. — La seule différence que j'aie pu observer réside dans la forme des poils du pétiole qui, chez la plante de Madagascar, rappelle les poils du *D. villosa* ou du *D. quinqueloba*. Ces poils peuvent être unicellulaires comme chez la première espèce, ou bien bicellulaires comme chez la seconde.

7. Feuille du Dioscorea sinuata Vell.

La feuille du *D. sinuata* présente un sinus dans sa partie la plus large, le bord du limbe devient ainsi sinueux dans sa moitié inférieure (fig. 38, pl. VII).

L'anatomie du pétiole, les rapports des nervures sont identiques à ce que nous avons décrit chez le *D. Batatas*.

Les glandes à oxalate de chaux sont très nombreuses et très grandes dans le limbe où les cellules cristalligènes

sont allongées parallèlement à la surface. La matière gommeuse dans laquelle se dépose l'oxalate de chaux forme un long boyau dans lequel les raphides n'occupent que le tiers moyen de la longueur totale (fig. 1, pl. VIII). Ces cellules à raphides sont très longues, surtout au voisinage des nervures, elles sont allongées parallèlement aux faisceaux, et localisées contre la masse libérienne, entre ce liber et le collenchyme. Sur les sections transversales des grosses nervures, en voit très souvent dans les cellules à raphides des fragments plus ou moins dérangés et contournés de cordons gommeux qui appartiennent à des cellules coupées dans leurs régions extrêmes.

Toutes les cellules de l'épiderme antérieur présentent des stries sur leur cuticule (fig. 40, pl. VII); ces stries sont presque parallèles à la grande longueur de la cellule lorsque celle-ci est allongée dans un sens. Lorsque la cellule est à peu près isodiamétrique, les stries de la cuticule convergent au centre de figure où elles forment un lacis plus ou moins complexe. Les parois latérales des cellules sont légèrement ondulées, les cellules sont très grandes. Cet épiderme porte des poils globuleux pluricellulaires insérés sur de très petites cellules.

Les cellules de l'épiderme postérieur sont fortement ondulées.

La feuille présente sur sa face postérieure, dans les angles formés par les nervures primaires, un certain nombre de plages glandulaires, dont la distribution est représentée fig. 38, pl. VII.

Ces glandes sont ici très grandes et incolores, même après alcoolisation. Elles se composent d'un très grand nombre de petites cellules de taille variable qui constituent une masse séparée des cellules voisines par une sorte de gaine parenchymateuse. Vue de face, la glande est arrondie; elle est recouverte par une plage épidermique à petites cellules tabulaires polygonales, limitée par un cercle de cellules allongées tangentiellement (*t* fig. 39, pl. VII). On

ne voit pas d'orifice dans toute l'étendue de la surface glandulaire. Une section transversale montre quatre rangs de cellules dans la région centrale (fig. 2, pl. VIII), trois ou deux rangs vers la périphérie. La glande est presque toujours en rapport avec une terminaison de faisceau (fig. 2, pl. VIII).

Certaines feuilles sont complètement dépourvues de ces glandes. M. Correns (1) considère ces glandes comme des nectaires extra-nuptiaux.

La plupart des Dioscorées à feuilles simples possèdent ces glandes que j'appelle pour être plus bref glandes *discoïdes*.

8. Feuille du Dioscorea multicolor Lind. et André.

La feuille du *D. multicolor* var. *chrysophylla* a beaucoup d'analogie avec celles du *D. illustrata*. La forme est la même, à peine un peu plus allongée.

Le pétiole a la même structure dans les deux espèces.

A la base du pétiole, les deux bords de la gaîne, au lieu d'embrasser la tige, s'enroulent autour l'un de l'autre en se recouvrant, de sorte que le bourgeon axillaire se trouve complètement enfermé dans la base du pétiole (fig. 3, pl. VIII).

Les cellules de l'épiderme antérieur du limbe présentent comme chez *D. illustrata* des éminences striées latéralement qui donnent à cette face de la feuille son aspect velouté.

Les glandes discoïdes se trouvent disséminées sur toute la surface inférieure du limbe, mais elles sont surtout nombreuses à la base, et au sommet où elles existent sur la pointe même, puis le long des fortes nervures, particuliè-

---

(1) Correns, *Zur Anatomie und Entwickelungsgeschichte der extranuptialen Nectarien von Dioscorea. Sitzungsb d. kais. Akad.d. Wiss. zu Wien. Math. natur. Cl.* Bd. XCVII Heft VIII, Abt. 1. Oct. 1888, p. 651.

rement de chaque côté de la nervure médiane. La base du pétiole ne présente pas les deux glandes signalées chez le *D. illustrata.*

9. Feuille du Dioscorea villosa L.

La feuille du *D. villosa* a une forme cordée. Le pétiole, grêle, présente un renflement inférieur très accusé.

Le faisceau foliaire médian ne fournit pas de branche pour le *faisceau intermédiaire* qui *s'insère uniquement sur le faisceau latéral voisin.* Le faisceau médian reste indivis depuis la tige jusqu'à l'origine du limbe.

Le réseau inférieur du pétiole est très réduit, le médian n'y participe pas.

Dans le massif libéro-ligneux de la nervure médiane, le liber est représenté par plusieurs groupes isolés par des éléments durcis.

Le mésophylle comprend une couche de parenchyme en palissade contre l'épiderme antérieur, et deux ou trois couches de cellules arrondies peu rameuses. Celles qui touchent l'épiderme inférieur n'ont avec lui que des points de contact très réduits, de sorte qu'on a sous cet épiderme de grands et nombreux méats (fig. 4, pl. VIII).

L'épiderme postérieur est formé de cellules plus étroites à contour sinueux. Les stomates sont très nombreux. Les cellules qui recouvrent les nervures portent des poils allongés à pointe obtuse (*Pl'* fig. 5, pl. VIII) striés sur leur pourtour. Les stries se prolongent même autour de la base du poil. Celui-ci n'est pas séparé par une cloison de la cellule épidermique qui le porte. On peut considérer cette forme comme une accentuation du dispositif observé chez *D. illustrata* et *D. multicolor;* ce poil est une éminence très développée sur la cellule épidermique. — Outre ces poils on trouve encore sur la face postérieure des poils globuleux,

un peu plus allongés que dans les espèces précédentes (*Pl* fig. 5, pl. VIII).

10. Feuille du Dioscorea quinqueloba Thunb.

La feuille du *D. quinqueloba* se rapproche beaucoup de la précédente. Le faisceau médian n'intervient pas non plus dans la formation du faisceau intermédiaire.

La forme du limbe diffère de celle du *D. villosa* par son bord sinueux qui rappelle le limbe du *D. sinuata*.

Les épidermes du limbe diffèrent de ceux du *D. villosa*. Le contour des cellules est fortement ondulé (fig. 6, pl. VIII). Les poils obtus sont cloisonnés en deux cellules à peu près égales (fig. 8, pl. VIII). A la base du pétiole, les poils peuvent être formés de quatre cellules placées bout à bout (fig. 7, pl. VIII).

11. Feuille du Dioscorea variifolia Kunze.

Les rameaux de *D. variifolia* que j'ai eus à ma disposition étaient grêles et ne portaient que de petites feuilles; la plus grande de celles-ci avait 3 centimètres de long sur 1 centimètre dans sa plus grande largeur (fig. 9, pl. VIII).

La feuille reçoit de la tige trois faisceaux qui se continuent sans se diviser et sans contracter aucun rapport depuis le bas jusqu'au sommet du pétiole. Celui-ci ne présente donc que trois faisceaux dans l'arc postérieur, un médian et deux latéraux. Un petit lobe du faisceau médian et un autre lobe inséré sur le faisceau latéral gauche vont se placer dans la région antérieure du pétiole pour former l'arc antérieur. A la base du limbe, ces petits faisceaux se mettent en rapport avec les faisceaux latéraux, puis avec le faisceau médian, après quoi les nervures se forment. La nervure médiane

provient du faisceau médian, les deux premières nervures latérales proviennent des faisceaux latéraux, les deux dernières nervures latérales sont des lobes partis des faisceaux latéraux.

L'épiderme antérieur se compose de cellules polygonales. On y trouve quelques stomates.

L'épiderme postérieur est formé de cellules plus ou moins grandes à contours sinueux, il porte de nombreux stomates. Le bord du limbe est occupé par des cellules épidermiques allongées parallèlement à ce bord; les cellules marginales sont prolongées en longs poils non cloisonnés, ornés sur tout leur pourtour de stries descendantes (fig. 10, pl. VIII). Ces poils marginaux rappellent ceux de la feuille du *D. villosa*.

Je n'ai pas observé de glandes sur les feuilles de cette espèce.

12. Feuille du Dioscorea pyrenaïca Bub. et Bord.

Cette feuille se compose d'un pétiole court et d'un limbe cordé ovale.

La nervation comprend une nervure médiane et trois nervures latérales de chaque côté du limbe. Les ramifications d'ordre plus élevé forment un réseau complexe.

Le pétiole s'insère largement sur sa tige. La première feuille est la plus grande, elle reçoit cinq faisceaux qui dans la tige alternent avec des réparateurs. Ces faisceaux laissent en sortant des lobes latéro-postérieurs dans la tige; ils ne contractent aucun rapport et se continuent directement par les faisceaux du pétiole.

D'autres feuilles insérées sur des tiges secondaires ont montré des faits plus conformes à ce que l'on voit chez les autres Dioscorées. Dans un des cas observés, en effet, un des intermédiaires se forme par la division du faisceau latéral;

dans la même feuille, l'intermédiaire de l'autre côté est formé par un faisceau sortant directement de la tige et auquel vient s'adjoindre une ramification du faisceau latéral.

Dans tous les cas observés, la feuille reçoit au moins quatre faisceaux ; la plus grande feuille a même tous ses faisceaux réprésentés et distincts dans l'entrenœud sous-jacent. Il n'y a plus dans ce cas de mise en rapport des faisceaux entre eux à la base du pétiole.

L'arc antérieur peut faire défaut : lorsqu'il existe, il n'est représenté que par un tout petit faisceau qui ne joue qu'un rôle secondaire dans la formation des nervures. Celles-ci naissent immédiatement au-dessus de la mise en rapport des faisceaux du pétiole.

Les épidermes des deux faces du limbe sont identiques. Les stomates et les poils pluricellulaires sont également répartis sur les deux faces de la feuille. La cuticule est recouverte de stries parallèles entre elles pour une même cellule (fig. 11, pl. VIII).

13. Feuille du Tamus communis L.

La feuille se compose d'un pétiole et d'un limbe cordé. Au point où le pétiole s'insère sur la tige se trouve de chaque côté une émergence parenchymateuse qui occupe la place des stipules.

Le pétiole est fortement cannelé, il présente une crête postérieure, et une cannelure antérieure bordée par deux crêtes latérales. De chaque côté, une crête intermédiaire est intercalée entre la crête médiane et la crête latérale.

Le pétiole présente un léger renflement à sa base et un autre à sa partie supérieure.

La feuille reçoit de la tige trois faisceaux : un médian et deux latéraux *M*, *Lg*, *Ld* (fig. 12, pl. VIII), le médian émet

une branche à droite et une à gauche, chaque faisceau latéral fournit de même une ramification qui, avec la branche fournie par le médian, constitue l'intermédiaire. En outre un tout petit faisceau inséré sur la branche issue du faisceau médian s'intercale entre celui-ci et l'intermédiaire (fig. 12, pl. VIII).

Les stipules ne reçoivent pas de faisceau.

Chaque faisceau latéral envoie vers la région antérieure du pétiole un petit lobe libéro-ligneux qui formera l'arc antérieur. Chacun des deux faisceaux de l'arc antérieur produit à un niveau plus ou moins élevé un petit faisceau qui se réunira au faisceau latéral un peu au-dessous de l'origine du limbe (fig. 12, pl. VIII).

Les deux petits faisceaux de l'arc antérieur peuvent rester distincts jusqu'en haut du pétiole, ils peuvent encore se souder ensemble sur la ligne médiane, puis se séparer de nouveau un peu plus haut. En tout cas, ils s'anastomosent entre eux pour former une seule masse au moment où se constituent les nervures (fig. 12, pl. VIII). A ce niveau les faisceaux médian, intermédiaires et latéraux se soudent entre eux latéralement, puis se séparent pour constituer chacun une nervure, après avoir reçu un appoint de l'arc antérieur. Le faisceau latéral reçoit de l'arc antérieur une seule masse libéro-ligneuse grêle. Le médian et les intermédiaires reçoivent chacun deux lobes, un à droite et un à gauche, comme le montre la figure 12, pl. VIII.

L'épiderme antérieur du limbe est formé de grandes cellules à parois minces un peu sinueuses dont certaines portent des poils globuleux pluricellulaires.

L'épiderme postérieur se compose de cellules à parois latérales ondulées; les sinuosités sont parfois très accusées, à angles aigus. Les stomates sont nombreux, les cellules stomatiques sont allongées et étroites; les poils globuleux pluricellulaires existent sur cette face comme sur l'épiderme antérieur (fig. 13, pl. VIII); le contenu de ces poils se colore en brun par l'alcool.

La face postérieure du limbe présente des glandes discoïdes

dont le contenu cellulaire est brun après alcoolisation. Ces glandes sont situées à la base du limbe dans les angles formés par les nervures primaires.

14. Feuille du Tamus cretica L.

La feuille est très nettement cordée comme celle du *Rajania cordata* (fig. 20, pl. VIII). Le lobe médian reçoit trois nervures primaires, la médiane et les deux premières latérales. La seconde nervure primaire latérale se dirige vers le dehors un peu en dessous du sinus latéral et se bifurque ; l'un des rameaux longe le bord du lobe médian, l'autre se dirige vers la portion la plus large du limbe. La troisième nervure latérale se bifurque presque à sa base pour fournir deux faisceaux qui se distribuent dans la partie postérieure du limbe.

Les stipules sont bien développées, plus grandes même que celles du *Tamus communis*, mais ne sont pas non plus vascularisées.

La tige fournit à la feuille trois faisceaux.

Le pétiole est analogue à celui du *T. communis*, mais plus simple. L'arc postérieur a cinq faisceaux : un médian, deux intermédiaires, deux latéraux, et un petit faisceau pour l'arc antérieur.

Les épidermes ressemblent beaucoup à ceux du *T. communis*.

La feuille du *Tamus edulis* ressemble davantage par la forme à celle du *T. communis*. Sa structure est la même que celle de cette espèce.

15. Feuille du Testudinaria elephantipes Burch.

La feuille présente un pétiole très court de $1^{ctm}.5$ de long au maximum; le limbe est cordé, très large, sans sinus

latéral, et rétréci brusquement au sommet en une pointe ou mucron réfléchi vers le bas. Dans les feuilles les plus grandes, la pointe est dépassée par les portions voisines qui s'avancent au delà de la pointe sous forme de deux lobes arrondis.

Le limbe a cinq nervures primaires : une médiane et quatre latérales. Toutes ces nervures se ramifient en émettant des nervures secondaires vers l'extérieur du limbe. La deuxième nervure latérale se bifurque très près de sa base, si près que dans certaines feuilles on peut voir trois nervures latérales au lieu de deux. Des ramifications, parties des nervures secondaires, forment un réseau à mailles irrégulières.

La feuille reçoit de la tige trois faisceaux; il est rare que le pétiole soit symétrique. Daus certains cas, l'un des intermédiaires fait défaut. Ailleurs le faisceau intermédiaire existe des deux côtés mais on voit en outre, d'un seul côté seulement, un petit faisceau inséré sur l'intermédiaire et qui se place entre celui-ci et le faisceau médian (fig. 14, pl. VIII). De plus le faisceau médian ne contracte aucun rapport vers la droite de sorte que l'intermédiaire de ce côté s'insère seulement sur le faisceau latéral.

L'arc antérieur est représenté par un seul petit faisceau qui s'insère sur la droite du médian et sur l'intermédiaire de gauche, ou bien sur les deux intermédiaires, ou encore sur deux petits faisceaux intercalés entre le médian et les intermédiaires (fig. 14, pl. VIII). A l'origine des nervures, le petit faisceau de l'arc antérieur s'épuise en se bifurquant, une branche se jette sur le latéral droit, l'autre sur le latéral gauche. Tous les faisceaux du pétiole s'anastomosent latéralement et sur cette anastomose s'insèrent les nervures.

Le limbe renferme chez cette espèce un réseau très développé de cellules à tannin. Ces cellules sont rameuses, elles laissent entre elles des lacunes irrégulières (fig. 15, pl. VIII). Ces cellules n'existent pas sous cette forme rameuse au niveau des fortes nervures. Lorsqu'il y a des cellules à tannin en arrière des nervures, elles sont arrondies. Ce

réseau très visible à un faible grossissement, surtout chez les feuilles alcoolisées, a été vu par Bokorny (1) qui le désigna sous le nom de « reticulatio fusca ». Les cellules de ce réseau se trouvent plus rapprochées de l'épiderme postérieur dont elles ne sont séparées que par une rangée de cellules, rarement par deux rangées. On trouve une ou deux couches de cellules, puis une couche de parenchyme en palissade entre ces cellules à tannin et l'épiderme antérieur (fig. 16, pl. VIII). Les cellules ont une épaisseur variable suivant le point considéré; aux points de leur plus grande épaisseur transversale, elles occupent la moitié environ de l'épaisseur du limbe, et l'épiderme postérieur est saillant en dehors. Leur contenu, incolore dans la plante vivante devient jaune clair après alcoolisation, et bleu foncé par l'action des sels de fer. Ces cellules à tannin se rencontrent aussi dans le pétiole où elles forment une zône semi-circulaire qui se trouve à égale distance des faisceaux et de l'épiderne postérieur. Les épidermes sont formés de cellules à parois latérales ondulées, plus grandes sur la face antérieure que sur la face postérieure. Des cellules épidermiques plus petites portent des poils globuleux pluricellulaires qui sont plus abondants sur le parcours des nervures qu'ailleurs. Les parois latérales des cellules sont plus ondulées sur la face postérieure où l'on voit en outre de nombreux stomates.

La feuille ne présente pas de glandes discoïdes à la base du limbe, mais sur la face postérieure de la pointe mucronée ; on y trouve souvent deux à cinq glandes un peu invaginées au-dessous de la surface. Beaucoup de feuilles en sont cependant complètement dépourvues. Aussi M. Correns avait-il rangé cette espèce parmi les Dioscorées dépourvues de nectaires.

---

(1) Bokorny. *Vergl. anat. Unters. ub. die Natur der dursichtigen Punkte.* Flora, 1882.

16. Feuille des Rajania.

Les feuilles des *Rajania* ressemblent beaucoup à celles des *Dioscorea*, celles du *R. angustifolia* sont étroites et longues, celles du *R. cordata* sont cordées et rappellent la forme des feuilles du *Tamus cretica*. Les autres espèces ont des feuilles qui rentrent dans l'un ou l'autre de ces types extrêmes.

Feuille du Rajania angustifolia Sw.

Cette feuille a dans sa plus grande largeur 12^{mm} environ et 5 à $6^{ctm.}$ de long (fig. 17, pl. VIII). La nervation est plus simple que celle des *Dioscorea*, la feuille étant plus étroite ; le réseau des nervures est plus simple. Il ne comprend qu'une nervure médiane, deux nervures primaires latérales fortes et deux nervures primaires marginales plus faibles. Ces nervures sont reliées par des nervures secondaires obliques et ascendantes. Les nervures tertiaires forment un réseau à mailles irrégulières. Le pétiole a en moyenne 5^{mm} de long.

Les tiges que j'ai eues à ma disposition sont très grêles, la base du pétiole embrasse le $\frac{1}{3}$ de la tige.

La feuille reçoit de la tige trois faisceaux sortants. Les intermédiaires se forment comme chez les *Dioscorea*.

L'arc antérieur est représenté par deux lobes libéro-ligneux issus des faisceaux latéraux, et qui restent distincts jusqu'à l'origine du limbe. A ce niveau, les deux petits faisceaux s'unissent latéralement et fournissent un lobe à chacun des faisceaux latéraux de l'arc postérieur. Le faisceau latéral s'unit à l'intermédiaire pour s'en séparer presque immédiatement. Le faisceau médian reste distinct et se continue par la nervure médiane après avoir reçu de l'arc antérieur deux lobes, un lobe à droite, l'autre à gauche.

Les nervures présentent leur masse libérienne divisée en

deux groupes. Les nervures primaires sont complètement entourées d'une zône scléreuse. Les nervures plus grêles ont un arc scléreux en avant et un en arrière.

L'épiderme antérieur se compose de cellules dont les parois latérales sont légèrement ondulées; certaines portent des poils globuleux pluricellulaires. La cuticule est striée irrégulièrement sur toutes les cellules; celles qui recouvrent les nervures sont allongées dans le sens de celles-ci et striés longitudinalement.

L'épiderme postérieur est formé de cellules à parois très ondulées. Les stomates sont très nombreux; cet épiderme porte (fig. 18, pl. VIII) des poils globuleux, de nombreux poils longs composés de deux cellules basilaires courtes et d'une très longue cellule effilée en pointe à son extrémité libre, la pointe est souvent contournée de façons diverses. La cuticule est striée. Les stries sont plus régulières que sur la face antérieure (fig. 19, pl. VIII).

Il existe dans le parenchyme du limbe un réseau de cellules rameuses colorées en jaunes, ce sont des cellules à tannin analogues à celles que l'on trouve dans la feuille du *Tertudinaria elephantipes*.

La feuille ne présente pas de glandes discoïdes.

Feuille du Rajania cordata L.

Chez le *Rajania cordata*, la forme de la feuille est profondément cordée (fig. 20, pl. VIII); elle présente sept nervures primaires. La nervure médiane se prolonge jusqu'au sommet de la feuille avec les deux nervures latérales voisines. La deuxième nervure primaire latérale se dirige vers le sinus latéral de la feuille et avant d'arriver au bord, émet vers le dehors une branche presque aussi forte qu'elle-même. La troisième nervure primaire latérale suit un moment le bord inférieur du limbe, puis se bifurque en deux

nervures à peu près égales. Toutes ces nervures émettent des nervures secondaires, surtout vers le dehors.

La feuille reçoit de la tige trois faisceaux qui se comportent comme dans l'espèce précédente à celà près qu'à la base du pétiole un petit faisceau fourni par le médian s'intercale entre celui-ci et l'intermédiaire.

Les épidermes sont semblables à ceux du *R. angustifolia*, mais l'épiderme postérieur n'a pas les grands poils effilés.

La face postérieure de la feuille présente des glandes discoïdes localisées à la base du limbe, dans les angles formés par les nervures primaires (fig. 20, pl. VIII); on en voit même quelques-unes disséminées dans le voisinage de la nervure médiane, jusqu'au milieu du limbe. La pointe de la feuille n'en présente pas.

b. — *Feuilles composées.*

Les feuilles composées des Dioscorées comprennent trois, cinq ou sept folioles insérées au même point en haut du pétiole. Chaque foliole peut avoir, comme chez *Helmia hirsuta*, un pétiolule particulier très court.

La foliole médiane est symétrique par rapport à sa nervure médiane, tandis que les folioles latérales ont leur moitié interne (1) plus petite que leur moitié externe (fig. 21, pl. VIII).

Ces feuilles présentent, comme les feuilles simples, un premier renflement à la base, et un second au sommet du pétiole, sous l'insertion des folioles.

Au point de vue anatomique, la feuille composée présente

---

(1) J'appelle moitié interne de la foliole latérale celle qui est la plus proche de la foliole médiane, et moitié externe l'autre moitié de la foliole. Pour la nervation, je désigne sous le nom de nervures latérales internes celles de la moitié interne et de nervures latérales externes celles de la moitié externe des folioles latérales.

comme la feuille simple un réseau à la base et un autre au sommet du pétiole au niveau de l'insertion des folioles. Le réseau de la base est identique à celui des feuilles simples, il sert à la formation des faisceaux intermédiaires du pétiole. Le réseau qui se trouve au sommet du pétiole est plus complexe que celui des feuilles simples.

1. Feuille de l'Helmia hirsuta Kunth.

La feuille de cette plante est composée de trois folioles insérées au même point sur un long pétiole rigide (fig. 24, pl. VIII). Ce pétiole présente à sa base un renflement très marqué, il est tout couvert de longs poils rigides visibles à l'œil nu. On observe ces mêmes poils sur les deux faces de la feuille.

Le pétiole et les plus grosses nervures présentent, de distance en distance, des émergences ressemblant à de courts aiguillons peu pointus.

Il n'y a pas de stipules. La feuille est très embrassante, elle s'insère sur la moitié de la périphérie de la tige chez les jeunes plantes issues de germinations et sur le tiers environ chez les fortes tiges des plantes adultes.

La tige fournit à la feuille trois faisceaux qui s'anastomosent largement entre eux à la base du pétiole. Les massifs qui résultent de la réunion des faisceaux latéraux avec les lobes latéraux du faisceau médian ont la forme de larges anastomoses. Aux dépens de chacune d'elles se constituent deux faisceaux qui semblent représenter le faisceau intermédiaire des autres Dioscorées. Le faisceau latéral, en sortant de l'anastomose, est lui-même représenté par deux branches dont la plus externe émet vers la région antérieure du pétiole un petit faisceau qui va faire partie de l'arc antérieur. Cet arc est formé par la réunion à la partie antérieure du pétiole des deux petits faisceaux insérés sur les faisceaux latéraux (fig. 22, pl. VIII).

Le pétiole présente donc dans sa région moyenne un

faisceau médian, quatre faisceaux intermédiaires, quatre faisceaux latéraux et un faisceau antérieur.

Dans la région du renflement inférieur, le pétiole ne présente pas de gaîne mécanique, tandis que dans toute la portion comprise entre les deux renflements, l'ensemble des faisceaux se trouve enfermé dans une gaîne mécanique très solide comprenant trois à cinq rangées de cellules durcies. L'épiderme lui-même est formée de cellules à parois très épaissies, ce qui donne au pétiole dans sa région moyenne une grande rigidité.

La lame ligneuse des faisceaux du pétiole est représentée à sa région antérieure par des trachées étroites, les autres éléments vasculaires étant de plus en plus grands vers l'extérieur. Dans le prolongement de la lame ligneuse, tout à fait à la périphérie du faisceau, se trouve une petite masse libérienne ; mais les deux groupes libériens les plus importants sont situés à droite et à gauche de chaque faisceau ; chacun d'eux renferme une grande cellule grillagée. Dans la région antérieure du faisceau, les fibres primitives gardent leurs parois minces, tous les autres éléments du faisceau qui ne font pas partie du liber sont très épaissis, de sorte que le faisceau forme une masse solide appliquée contre la gaîne mécanique.

La surface du pétiole présente des émergences en forme d'aiguillons. Dans ces points, le tissu à parois minces correspondant au parenchyme herbacé est représenté par des cellules plus grandes ; celles-ci sont recouvertes extérieurement par de grandes cellules à parois durcies séparées elles-mêmes de l'épiderme par deux ou trois rangs de petites cellules à parois très épaissies. L'épiderme qui recouvre le tout est très épaissi.

La surface du pétiole présente de très nombreux poils simples composés d'une grande cellule terminale pointue à cavité cellulaire très réduite reposant sur une région basilaire plus large formée par deux cellules aplaties discoïdes (fig. 26, pl. VIII).

Tous les éléments durcies du pétiole cessent au niveau du renflement supérieur. C'est là que se produit le réseau destiné à la formation des nervures des folioles.

Ce réseau est très complexe, et si on l'étudie dans les feuilles de la plante adulte, il est presque impossible de voir les rapports des faisceaux du pétiole avec les nervures. Avant de former ces nervures, tous les faisceaux du pétiole, en commençant par les plus antérieurs, se réunissent en une large couronne anastomotique sur laquelle s'insèrent les nervures. Des éléments trachéens courts forment à la partie antérieure du pétiole une large masse qui s'établit alors que les faisceaux postérieurs, le médian et ses deux voisins sont encore distincts et qui persiste jusqu'à ce que toutes les nervures soient formées.

L'étude de ce réseau est beaucoup plus facile sur les feuilles des jeunes plantes. Le pétiole de ces feuilles présente sept faisceaux dont cinq postérieurs : un médian, deux intermédiaires et deux latéraux. L'arc antérieur est représenté par deux petits faisceaux généralement distincts, parfois inégaux. Considérons, par exemple, l'origine de la foliole latérale gauche (fig. 23, pl. VIII). Le faisceau latéral gauche se réunit au petit faisceau gauche de l'arc antérieur. De cette réunion partent deux nervures, l'une qui paraît continuer le petit faisceau de l'arc antérieur, l'autre qui s'insère plutôt sur le faisceau latéral. Ces deux nervures sont les deux nervures latérales gauches de la foliole qui nous occupe. Une troisième nervure, la médiane de la même foliole, s'insère d'une part sur le faisceau latéral, d'autre part sur le faisceau intermédiaire gauche. Une autre nervure, la nervure latérale droite de cette foliole, s'insère sur un faisceau anastomotique provenant de la réunion du reste de l'intermédiaire avec l'arc antérieur (fig. 23, pl. VIII).

Les nervures de la foliole latérale droite ont les mêmes rapports. Le faisceau médian forme la nervure médiane de la foliole principale après être entré un instant dans la masse anastomotique. Ce qui reste de l'intermédiaire et de l'arc

antérieur forme une masse de chaque côté et en avant du faisceau médian. Chaque masse fournit deux nervures latérales de la foliole médiane (fig. 23, pl. VIII).

La foliole médiane comprend donc cinq nervures: une médiane, deux latérales gauches et deux latérales droites.

Les folioles latérales possèdent une nervure médiane et trois ou quatre nervures latérales. Lorsque les deux moitiés d'une foliole latérale possèdent autant de nervures primaires l'une que l'autre, ces nervures sont plus petites du côté interne de la foliole. Plus généralement, la moitié interne reçoit une nervure de moins que la moitié externe. Dans les feuilles de la plante jeune on voit deux nervures latérales dans la moitié externe et une seulement dans la moitié interne (fig. 21, pl. VIII). Dans les feuilles de la plante adulte, on a trois nervures du côté externe, une seule du côté interne.

La ramification des nervures dans le limbe se produit comme chez les Dioscorées à feuilles simples, ce sont encore les ramifications de cinquième ordre qui se terminent en pointe libre dans les mailles formées par les nervures d'ordre inférieur (fig. 24, pl. VIII).

Les fortes nervures ont leur masse libérienne subdivisée en trois petits groupes, un médian et deux latéraux. Un arc scléreux borde ces nervures en avant et en arrière. Les nervures les plus grêles, qui se terminent en pointe effilée au sein du parenchyme, ne se composent à leur terminaison que de quatre ou cinq trachées globlueuses (fig. 25, pl. VIII). Le liber semble avoir disparu. Ces trachées plus rapprochées de l'épiderme antérieur, se trouvent souvent au contact du parenchyme en palissade.

Les cellules du parenchyme en palissade sont peu allongées, elles sont séparées de l'épiderme postérieur par trois ou quatre couches de cellules entre lesquelles se trouvent de nombreuses lacunes (fig. 25, pl. VIII). Au niveau des fortes nervures, on voit deux rangées de cellules collenchymateuses sous l'épiderme postérieur.

L'épiderme antérieur se compose de cellules dont les faces

latérales sont un peu ondulées; celles qui recouvrent les nervures sont allongées et leur cuticule est striée longitudinalement, c'est-à-dire parallèlement à la nervure. Les poils que l'on rencontre sur cet épiderme sont très grands. Ils ont la même structure que ceux du pétiole. Autour de leur base la cuticule présente des stries rayonnantes. Les cellules voisines de la base d'un poil ont les parois latérales moins sinueuses.

Les cellules de l'épiderme postérieur ont les parois latérales plus ondulées que celles de l'épiderme antérieur. Elles sont accompagnées de nombreux stomates qui ne présentent pas de cellules annexes. Sur cet épiderme on rencontre les mêmes poils que sur l'épiderme antérieur, et de plus les poils globuleux pluricellulaires ordinaires des Dioscorées.

Ces feuilles n'ont pas de glandes discoïdes ni au sommet ni à la base du limbe des folioles.

2. Feuille du Dioscorea pentaphylla L.

La feuille de cette espèce a un pétiole de 5 à 7$^{ctm.}$, le limbe se compose de trois, cinq ou sept folioles de même taille.

La feuille est dépourvue de stipules, elle présente des poils sur toute sa surface, autant sur l'épiderme antérieur que sur l'épiderme postérieur.

La tige fournit à la feuille trois faisceaux qui se comportent comme chez les autres Dioscorées pour former les six faisceaux du pétiole; lorsque la feuille est plus développée (elle a alors cinq ou sept folioles), le pétiole présente huit faisceaux; le faisceau latéral de chaque côté est alors représenté par deux branches.

Considérons le cas où la feuille ne possède que trois folioles. Tout en haut du pétiole, au moment de former les nervures, le faisceau de l'arc antérieur s'élargit brusquement et s'étend

d'un faisceau latéral à l'autre. Deux nervures se forment de chaque côté au point de jonction de l'arc antérieur avec le faisceau latéral, elles paraissent continuer directement l'une, une ramification de l'arc antérieur, l'autre, le faisceau latéral; les deux nervures ainsi formées sont les deux nervures latérales externes de la foliole latérale. Le faisceau intermédiaire se réunit à la masse anastomotique et donne presque aussitôt une nervure qui se place à côté des deux précédentes, cette nervure est la nervure médiane d'une foliole latérale.

Ce qui reste de l'arc antérieur se divise alors en deux parties qui vont s'accoler l'une à droite, l'autre à gauche du faisceau médian formant avec lui un arc de cercle, ouvert en avant. Immédiatement après, le faisceau médian redevient libre et les deux lobes restants de l'arc antérieur constituent une masse libéro-ligneuse de chaque côté du faisceau médian. Chaque masse se divise en deux branches dont l'une reste près du faisceau médian, tandis que l'autre se dirige latéralement vers les trois nervures déjà formées. Dans son trajet cette branche se divise en deux faisceaux qui sont les nervures latérales internes de chaque foliole latérale. Ces deux nervures sont plus faibles que les deux nervures externes de la foliole. — La branche qui est restée près du faisceau médian se divise aussi en deux faisceaux, ce sont les nervures latérales de la foliole médiane.

D'après ce qui précède, on voit que la nervure médiane de la foliole médiane est formée par le faisceau médian du pétiole, et que la nervure médiane des folioles latérales est formée par les intermédiaires. Les nervures latérales de la foliole médiane sont formées par des branches issues de l'arc antérieur. Les nervures latérales internes des folioles latérales sont aussi formées par l'arc antérieur, il en est de même de la nervure latérale extrême; la première nervure latérale externe est formée par le faisceau latéral du pétiole.

Lorsque la feuille a cinq ou sept folioles, la région anastomotique est beaucoup plus développée et les rapports

des nervures avec les faisceaux du pétiole sont moins nets; je n'ai eu à ma disposition, pour l'étude de ces feuilles, que des matériaux d'herbier assez mal conservés.

Les épidermes de la feuille du *Dioscorea pentaphylla* sont composés de grandes cellules à parois latérales planes pour l'épiderme antérieur, à parois ondulées pour l'épiderme postérieur. La cuticule des cellules de l'épiderme antérieur est couverte de stries rayonnantes, qui convergent du dehors vers le milieu de chaque cellule où elles forment par leur enchevêtrement un réseau complexe.

Certaines cellules de l'épiderme antérieur portent de longs poils composés de deux cellules basilaires discoïdes superposées supportant une grande cellule très-allongée, terminée en pointe (fig. 27, pl. VIII). Les cellules de cet épiderme sont plus petites vers la pointe des folioles. On rencontre quelques stomates dans cette région. Les poils globuleux sont rares.

Les stomates sont très nombreux sur l'épiderme postérieur qui porte aussi des poils de même forme que ceux de l'épiderme antérieur. Les poils sont abondants au voisinage des nervures. Les cellules de ces régions sont allongées dans le sens de la nervure et leur cuticule est striée longitudinalement.

Ces feuilles ne présentent pas de glandes discoïdes.

§ 3. — Caractères généraux de la Feuille des Dioscorées.

D'après ce qui précède, on peut résumer les caractères de la feuille des Dioscorées de la manière suivante :

La structure de la feuille est très uniforme dans toute la famille des Dioscorées. Elle témoigne de la très grande

homogénéïté de ce groupe, du moins dans les Dioscorées unisexuées.

Par rapport aux feuilles des autres Monocotylédonées, la feuilles des Dioscorées est caractérisée par sa forme, sa nervation réticulée, les renflements de son pétiole, le nombre de ses faisceaux; la constitution d'un arc pétiolaire antérieur simple, la structure de ses massifs libéro-ligneux, les glandes du limbe, la forme des poils.

1. La feuille a une forme cordée lorsqu'elle est simple. Lorsqu'elle est composée, elle présente trois, cinq ou sept folioles dont la médiane seule est symétrique par rapport à sa nervure principale. Les autres folioles ont leur côté externe plus développé que l'interne.

2. La nervure principale et les nervures latérales réalisent la nervation palmée dans les feuilles simples et dans les folioles des feuilles composés. La nervure médiane est la plus forte; chaque motié de la feuille présente deux ou trois nervures latérales. Ces nervures et leurs ramifications réalisent un réseau dont les dernières mailles renferment les terminaisons en pointe libre des nervures les plus grêles.

3. Le pétiole présente un renflement à sa base et un autre près de l'origine du limbe. Ces renflements sont dépourvus d'éléments mécaniques.

4. La feuille reçoit de la tige trois faisceaux de même valeur qui représentent chacun la région antérieure d'un massif sortant. A la base du pétiole, deux faisceaux intermédiaires se forment par la réunion d'un lobe du faisceau médian et d'un lobe du faisceau latéral voisin. Ces cinq faisceaux forment *l'arc postérieur*. Dans les grandes feuilles, les faisceaux intermédiaires et les faisceaux latéraux peuvent être représentés chacun par deux branches.

Dans le pétiole des Dioscorées, les faisceaux sont donc beaucoup moins nombreux que chez la plupart des Monocotylédonées.

5. Le principal caractère anatomique de la feuille des Dioscorées est la présence d'un *arc antérieur*. Cet arc ne comprend ici, en général, qu'un seul faisceau placé en avant faisceau médian, contre la face antérieure. Son bois regarde du celui du faisceau médian. Le faisceau de l'arc antérieur résulte de la fusion, sur la ligne médiane, de deux lobes libéro-ligneux issus des faisceaux latéraux. Il appartient donc au type des arcs antérieurs à structure simple. Au niveau de l'insertion des nervures, l'arc antérieur s'élargit beaucoup: il envoie un petit lobe à chacun des faisceaux intermédiaires et latéraux de l'arc postérieur et deux lobes au faisceau médian. Tous les faisceaux de l'arc postérieur s'anastomosent alors latéralement et forment les nervures. L'arc antérieur fonctionne donc chez les Monocotylédonées les plus élevées comme chez les Dicotylédonées à arc antérieur simple.

6. Chaque nervure ne renferme qu'une seule masse libéro-ligneuse dans laquelle le liber forme plusieurs groupes.

7. Le limbe présente fréquemment à sa base et sur sa face postérieure des glandes en forme de disques épais, formées d'un grand nombre de petites cellules. — La pointe de la feuille, surtout lorsqu'elle est bien distincte et un peu épaisse, présente également des glandes qui ont la même structure que les précédentes, mais qui sont plus développées et plus profondément enfoncées dans les tissus. Leur forme est moins régulière. Elles sont toujours en rapport avec des terminaisons de faisceaux. Une invagination de la surface épidermique forme un véritable canal. Les glandes discoïdes existent aussi parfois dans la région d'insertion du pétiole sur la tige *(D. illustrata)*.

M. Correns a considéré ces glandes comme des nectaires extra-nuptiaux.

8. Les stomates sont localisés sur la face postérieure de la feuille. Chez *Helmia bulbifera*, j'ai trouvé des stomates sur les deux faces du limbe. Les parois latérales des

cellules épidermiques de la face postérieure sont souvent sinueuses.

L'épiderme antérieur se compose de cellules à parois latérales planes. Chez les espèces dont la surface supérieure du limbe paraît veloutée, chaque cellule épidermique présente au milieu de sa face externe une éminence striée radialement par rapport à un point central placé au sommet de l'éminence.

On trouve sur l'épiderme des deux faces de la feuille des poils courts à tête cloisonnée Chez certaines Dioscorées, on trouve, outre ces poils, de courts prolongements non cloisonnés des cellules épidermiques, ou des poils allongés, terminés en pointe et pluricellulaires.

La cuticule des cellules épidermiques est souvent recouverte de stries réticulées ou plus ou moins parallèles. Le dispositif parallèle se rencontre sur les cellules allongées qui suivent le parcours des nervures.

§ 4. — Comparaison de la Feuille des Dioscorées avec celle des Smilax.

Comme on compare très souvent la feuille des Dioscorées à la feuille des *Smilax*, voyons rapidement quels sont les caractères de cette feuille.

La feuille des Smilax peut se présenter sur la même plante avec ou sans vrilles. Dans tous les cas les faisceaux de la base du pétiole ont des valeurs différentes. Le faisceau médian est le plus fort, les latéraux D_1 et G_1 sont grêles; les latéraux D_2 et G_2 sont plus forts que D_1 et G_1, mais moins forts que le médian. L'alternance se continue de la sorte (fig. 29, pl. VIII), jusque vers les bords de la gaîne, où les deux

ou trois derniers faisceaux sont de tailles régulièrement décroissantes.—Dans l'exemple figuré, ces petits faisceaux marginaux sont au nombre de trois à gauche, et de deux à droite. — Si l'on étudie l'insertion de la feuille sur la tige, on voit que les gros faisceaux foliaires viennent de la région centrale de la tige, tandis que les petits sortent de la région périphérique, ces faisceaux ont donc des origines différentes. C'est là une première différence importante avec les Dioscorées, puisque les rapports des faisceaux foliaires ne sont pas de même nature.

Dans le pétiole des feuilles qui n'ont pas de vrilles, la seule modification que l'on voie, en passant de la gaîne au pétiole, consiste dans la production de deux petits faisceaux qui viennent se placer dans la région antérieure du pétiole (fig. 30, pl. VIII). Ces deux petits faisceaux s'insèrent l'un à droite, l'autre à gauche sur l'avant-dernier faisceau de l'arc formé par l'ensemble des faisceaux de la gaine. Ces cordons peuvent être considérés comme un arc antérieur très réduit.

Dans le pétiole les faisceaux foliaires voisins sont unis de distance en distance par de petits lobes libéro-ligneux qui vont de l'un à l'autre. Certains de ces petits faisceaux persistent jusqu'en haut du pétiole de sorte qu'à ce niveau le nombre des faisceaux est plus grand qu'à la base.

Tout en haut du pétiole, les petits faisceaux qui occupaient la région antérieure de l'organe *se rejettent sur les faisceaux latéraux immédiatement voisins*. Ils se comportent donc comme une nervure marginale faible qui se jette sur la nervure immédiatement plus interne. Ces rapports diffèrent complètement des rapports des pièces de l'arc antérieur des Dioscorées.

La feuille des *Smilax* présente à sa base une nervure médiane et de chaque côté une nervure primaire latérale qui fournit une ramification externe à peu de distance de la base du limbe. La nervure médiane du limbe reçoit le faisceau médian du pétiole et, de chaque côté, les deux latéraux voisins. La nervure latérale reçoit, comme faisceau le plus important,

le faisceau D_3 ou G_3 avec un ou deux autres petits faisceaux voisins (fig. 31, pl. VIII). Tous ces faisceaux passent directement du pétiole au limbe sans qu'il y ait en haut du pétiole de mise en rapport entre eux. La formation des nervures chez le *Smilax* n'est donc pas précédée, comme chez les Dioscorées, par la formation d'un réseau basilaire.

Les nervures primaires de la feuille des *Smilax* sont formées chacune par plusieurs faisceaux : un plus fort au milieu et un, deux ou trois plus petits placés de chaque côté du premier. Vers le sommet du limbe, le nombre des faisceaux de chaque nervure primaire diminue, et finalement la nervure ne renferme plus qu'un seul faisceau.

La nervation est réticulée. Les dernières mailles du réseau renferment des terminaisons en pointe libre.

Lorsque la feuille des *Smilax* présente des vrilles (1), on voit se produit dès la base de la gaine un certain nombre de faisceaux destinées aux vrilles. Un premier faisceau s'insère sur les deux petits faisceaux latéraux les plus voisins du médian, il est formé par la réunion de deux lobes libéro-ligneux émis par ces faisceaux; ces lobes tournent de 180° sur eux-mêmes et viennent se placer en regard du faisceau médian, contre la face antérieure de la gaîne. Le bois du faisceau résultant est tourné vers le bois du faisceau médian (fig. 32, pl. VIII). Le faisceau ainsi formé prend plus haut une grande largeur (fig. 33, pl. VIII), avant de se diviser en un certain nombre de petits faisceaux qui pour la plupart se rendent aux vrilles. Les vrilles reçoivent en outre d'autres petits faisceaux insérés sur les autres faisceaux du pétiole; elles reçoivent aussi les deux faisceaux latéraux extrêmes de chaque côté. La fig. 34, pl. VIII, passe au dessous de l'insertion des vrilles. Les faisceaux des vrilles forment deux

---

(1) La structure du pétiole des Smilax et les rapports des vrilles ont été bien étudiés par M. G. Colomb, *Recherches sur les Stipules. Annales des Sciences naturelles, Botanique,* 7e série, tome 6, 1887. — M. Colomb admet que chacune des vrilles du *Smilax* équivaut à une demi-ligule.

groupes, l'un à droite, l'autre à gauche dans la région antérieure de la figure. Au dessus de l'insertion des vrilles, le pétiole présente une structure analogue à celle des pétioles sans vrilles; les faisceaux y sont disposés sur un seul arc (fig. 35, pl. VIII). L'arc est fermé en avant, il y a donc deux petits faisceaux antérieurs placés contre la face antérieure du pétiole. — La formation des nervures se produit comme chez les feuilles sans vrilles.

Dans ce pétiole, les faisceaux antérieurs qui se rendent aux vrilles ont des rapports qui permettent de les considérer comme représentant un arc antérieur. Cet arc antérieur fournirait donc la plupart des faisceaux des vrilles. Il y aurait lieu, par conséquent, d'étudier de plus près les rapports des ligules avec les arcs antérieurs.

La feuille des *Smilax* et celle des Dioscorées ont comme caractères communs la nervation réticulée et la terminaison des nervures les plus grêles en pointe libre.

Les différences entre ces feuilles sont nombreuses : 1° les faisceaux du pétiole ont des valeurs différentes chez les *Smilax*, les gros faisceaux alternent avec les petits ; les premiers sortent de la région centrale, les autres de la périphérie de la tige. Chez les Dioscorées, les faisceaux foliaires ont la même valeur et la même insertion ; chacun d'eux représente la portion antérieure d'un massif du rang externe ; 2° dans les feuilles sans vrilles des *Smilax*, l'arc antérieur est très réduit, si toutefois on peut admettre qu'il existe. Les nervures se forment sans qu'il y ait mise en rapport des faisceaux à la base du limbe ; chaque nervure primaire se compose de plusieurs faisceaux. — Dans les feuilles pourvues de vrilles, l'insertion de ces organes rappelle un peu celles des folioles des Dioscorées à feuilles composées, mais l'arc antérieur est représenté par un grand nombre de petits faisceaux insérés sur les faisceaux postérieurs dans la région inférieure du pétiole. — L'arc antérieur des *Smilax* ne se comporte pas comme celui des Dioscorées, il ne forme pas en haut du pétiole un réseau

reliant entre eux les divers faisceaux postérieurs ; 3° les nervures primaires de la feuille des *Smilax* renferment chacune plusieurs faisceaux disposés côte à côte ; chez les Dioscorées ces nervures ne possèdent qu'une seule masse libéro-ligneuse.

La feuille des Dioscorées se distingue surtout de celle des *Smilax* par les caractères de son arc antérieur. Cet arc comprend un seul faisceau inséré sur les faisceaux latéraux extrêmes. Ce faisceau s'élargit beaucoup à la naissance du limbe et fournit un lobe à chaque faisceau postérieur avant la production des nervures.

Chez les Aroïdées, et chez la plupart des Monocotylédonées à nervation réticulée, chaque nervure primaire renferme plusieurs faisceaux comme chez les *Smilax*. Le nombre de ces faisceaux diminue dans le limbe à mesure que la nervure s'épuise par l'émission des nervures de second ordre, de sorte qu'on arrive à n'avoir plus qu'un seul faisceau vers la terminaison de la nervure. — De même chez les Dioscorées, la masse libéro-ligneuse unique, mais à lobes libériens multiples, émet des nervures secondaires, s'affaiblit et se termine par un faisceau avec une seule masse libérienne. — Cette comparaison nous amène à conclure que, pour la feuille comme pour la tige, les massifs libéro-ligneux des Dioscorées ont une valeur anastomotique, chacun d'eux correspondant à un système fortement condensé de faisceaux simples.

CHAPITRE TROISIÈME.

LA RACINE DES DIOSCORÉES.

Historique. — M. Bucherer (1) a décrit la structure de la racine du *Tamus communis*. Cet auteur a donné une bonne figure du faisceau et des assises internes du liège.

Anatomie de la Racine.

On peut grouper en deux catégories les racines des Dioscorées. La première catégorie comprendra les racines des plantes à tubercules annuels ; la seconde les racines des plantes dont les tubercules sont vivaces.

Nous exposerons dans un paragraphe spécial la structure des racines épineuses du *Dioscorea spinosa*.

a. — *Racines des espèces à tubercules annuels.*

Les plantes dont les tubercules se renouvellent à chaque période de végétation et dont la croissance est très rapide

---

(1) Bucherer, *Beitr. zur Morphol. und Anatomie der Dioscoreaceen.* p. 28. *Bibliotheca Botanica, Heft 16.* Cassel, 1889.

présentent des racines dont l'écorce est entièrement parenchymateuse. Le faisceau de ces racines présente en général un grand nombre de lames ligneuses dont les éléments sont très larges et s'avancent jusqu'au centre de figure. Nous décrirons comme type dans cette catégorie la racine du *Dioscorea Batatas,* à laquelle nous comparerons les racines des autres espèces en signalant les différences que ces espèces présentent avec la première.

1. Racine du Dioscorea Batatas Desne.

Dans les racines du *D. Batatas,* la région corticale forme à peu près les $\frac{2}{3}$ du rayon (fig. 36, pl. VIII). Le tissu fondamental secondaire est beaucoup moins épais que le liège interne. Toutes les cellules gardent leurs parois minces. La gaîne protectrice du faisceau est formée de cellules à parois minces. L'assise rhizogène est simple, ses cellules ont des parois minces, sauf en face des groupes libériens (fig. 37, pl. VIII). Chaque lame ligneuse se compose de trachées et de vaisseaux d'autant plus larges qu'ils sont plus éloignés de la périphérie du faisceau. Les vaisseaux les plus internes *vl* sont très grands, leur diamètre peut atteindre $0^{mm},25$. Chacun d'eux correspond à deux lames ligneuses (fig. 37, pl. VIII). Le bois ne s'avance pas jusqu'au centre du faisceau qui est occupé par des fibres primitives épaissies. Chaque groupe libérien présente une grande cellule grillagée à son bord intérieur (*cg* fig. 37, pl. VIII).

Des fibres primitives épaissies séparent le bois du liber. Entre l'assise rhizogène et la première cellule libérienne se trouvent deux assises de cellules épaissies. Certaines fibres sont transformées en glandes à oxalate de chaux. Celui-ci affecte la forme de raphides (*R* fig. 37, pl. VIII).

Sur une section radiale du point de végétation, on voit que la pilorhize est formée au sommet d'une quinzaine de couches cellulaires, tandis que sur les côtés elle ne comprend

que quatre à six couches. Le point de végétation est formé d'un groupe de cellules qui se cloisonnent en tous sens (fig. 38, pl. VIII) et parmi lesquelles il est impossible de distinguer des initiales spéciales pour tel ou tel tissu de la racine.

La place des grands vaisseaux est indiquée jusqu'à peu de distance du sommet végétatif par de grandes cellules disposées en files parallèles à l'axe de l'organe (*v* fig. 38, pl. VIII).

Il n'est pas possible de suivre dans cette racine la limite de la pilorhize et du corps de la racine elle-même, comme on l'a décrit pour beaucoup de racines de Monocotylédonées.

2. Racine du Dioscorea illustrata hort.

Dans les grosses racines du *D. illustrata*, l'écorce occupe à peu près les $\frac{2}{3}$ du rayon. Le faisceau présente de sept à dix pôles ligneux. Les lames ligneuses, qui n'atteignent pas la région centrale sont continues, les vaisseaux ligneux les plus larges sont réunis aux éléments plus anciens par des vaisseaux plus étroits.

Chaque masse libérienne présente un à quatre grands tubes grillagés situés vers le bord interne de la masse (fig. 39, pl. VIII).

L'assise péricambiale est représentée par deux couches de cellules dont les parois sont minces en face des pôles ligneux, épaissies partout ailleurs. La gaîne protectrice du faisceau se compose de cellules épaissies surtout vers l'intérieur, de sorte que l'épaississement présente le type en fer à cheval, si répandu parmi les Monocotylédonées.

Le liège interne est formé de cellules d'autant plus grandes qu'elles appartiennent à une assise plus extérieure. Les lacunes intercellulaires grandissent aussi vers l'extérieur. Le tissu fondamental secondaire externe forme une zône peu épaisse dans laquelle les lacunes sont petites.

Dans les racines grêles, l'écorce occupe les $\frac{4}{5}$ du rayon. Le nombre des pôles du faisceau peut descendre à cinq.

Le point de végétation de cette racine a les mêmes caractères que celui de la racine du *D Batatas*.

3. Racine du Dioscorea javanica Hort.

Les racines moyennes du *D. javanica* ont une écorce qui occupe la moitié du rayon.

Sous l'assise pilifère dont les cellules ont des parois minces se trouve l'assise subéreuse très nette formée de cellules un peu épaissies. Le tissu fondamental secondaire est formé de quelques assises cellulaires à parois minces. Le liège interne a ses cellules séparées par des méats, les parois des cellules y sont également minces. — Les cellules de la gaîne et du péricambium ont des parois épaissies. A la périphérie du faisceau, les tissus sont épaissis, sauf les éléments libériens. Les grandes cellules grillagées sont placées vers l'intérieur des îlots libériens. Les vaisseaux ligneux sont très grands, leur diamètre atteint $0^{mm},3$. Ils s'avancent jusqu'au centre du faisceau. Dans cette région les fibres primitives ont des parois minces. Le nombre des lames ligneuses s'élève jusqu'à vingt-cinq.

Les racines du *D. spiculata* et *D. pentaphylla* ont les mêmes caractères que celles du *D. javanica*. Les cellules grillagées et les vaisseaux ligneux sont simplement un peu moins larges.

La racine du *D. aculeata* a une écorce formée de cellules à parois minces. Les cellules de la gaîne dans cette espèce sont épaissies en fer à cheval, le maximun de l'épaississement portant sur la paroi interne. Les lames ligneuses s'avancent jusqu'au centre où les vaisseaux sont séparés par des fibres primitives à parois minces.

4. Racine de l'Helmia hirsuta Kunth.

Dans les racines de l'*H. hirsuta,* le tissu fondamental secondaire et le liège interne sont formés de cellules à parois minces.

Les racines des jeunes plantes ont ordinairement cinq pôles à leur faisceau. Les vaisseaux ligneux n'arrivent pas tout-à-fait jusqu'au centre. Le liber se compose de massifs dans lesquels on voit une grande cellule grillagée vers l'intérieur. Tous les éléments du faisceau sont épaissis, sauf le liber et les cellules péricambiales situées en face des pôles.

Les racines des vieilles plantes ont jusqu'à trente pôles à leur faisceau. Les cellules corticales ont encore des parois minces. Les éléments libériens et quelques fibres primitives de la région centrale sont les seules cellules à parois minces du faisceau.

Chez l'*Helmia bulbifera,* la racine présente les mêmes caractères, mais l'épaississement est moins accusé dans les éléments du faisceau.

b. — *Racines des espèces à tubercules vivaces.*

Les espèces dont les tubercules sont vivaces et croissent lentement ont des racines plus grêles en général, le nombre des pôles de leur faisceau est moins élevé. Chez les plantes âgées dont les racines sont plus fortes, le nombre des lames ligneuses du faisceau devient assez grand, mais les vaisseaux ligneux ne s'avancent pas jusqu'au centre de figure, comme dans la plupart des grosses racines des plantes à tubercules annuels. — On voit en outre dans les racines de certaines de ces plantes des gaînes mécaniques se différencier dans la partie profonde du liège interne.

1. Racine du Dioscorea sinuata Vell.

Les racines du *D. sinuata* sont caractérisées par les épaississements réticulés des cellules du liège interne (*rét* fig. 40, pl. VIII). Les cellules de la gaîne casparyenne *Gc* sont épaissies en fer à cheval. Les cellules de l'assise péricambiale et les fibres primitives qui séparent le bois du liber ont des parois épaisses. Les vaisseaux ligneux les plus intérieurs sont grands ; ils s'avancent presque jusqu'au centre de figure. Le faisceau des racines moyennes présente huit lames ligneuses.

Les racines des variétés du *D. multicolor* sont assez grêles. Elles ont une structure très voisine de celle que nous venons de décrire chez le *D. sinuata*. Leur caractère le plus remarquable est l'épaississement en fer à cheval des cellules de la gaîne *Gc* (fig. 41, pl. VIII) ; cet épaississement est très accentué dans cette espèce. — Les cellules du liège interne ne montrent pas les épaississements réticulés que nous avons signalés chez le *D. sinuata*.

2. Racine du Dioscorea villosa L.

Dans le faisceau des racines du *D. villosa*, on voit un vaisseau central, sur lequel viennent converger cinq lames ligneuses. Les groupes libériens ont une seule cellule grillagée à leur bord interne. La gaîne protectrice n'est pas épaissie, l'assise péricambiale est épaissie seulement en face des massifs libériens. — Les cellules du tissu fondamental secondaire et du liège interne gardent leurs parois minces.

3. Racine du Dioscorea quinqueloba Thunb.

Les racines du *D. quinqueloba* présentent un tissu fondamental secondaire et un liège interne dont les cellules

gardent des parois minces. La gaîne protectrice du faisceau est formée de cellules épaissies en fer à cheval. Tous les éléments du faisceau, sauf le liber, ont des parois épaissies. Le faisceau des racines moyennes présente sept lames ligneuses, qui ne s'avancent pas jusqu'au centre. Les cellules grillagées sont moins larges que chez les autres Dioscorées étudiées, elles occupent le bord interne de chaque groupe libérien.

4. Racine du Testudinaria elephantipes Burch.

Les racines du *Testudinaria elephantipes* sont caractérisées par la présence d'une gaîne de tissu mécanique comprenant les deux à cinq assises profondes du liège interne.

Le tissu fondamental secondaire et le liège interne occupent la moitié au moins du rayon. A l'extérieur, l'assise pilifère, formée de cellules égales entre elles, recouvre l'assise subéreuse dont les cellules ont des dimensions variables. Puis vient le tissu fondamental secondaire. Les cellules du liège interne sont séparées par des méats. Les assises internes de ce liège sont d'autant plus fortement épaissies que la racine est plus forte et plus âgée (*Lgi* fig. 42, pl. VIII). Dans la paroi de chacune de ces cellules épaissies, on distingue très nettement des couches concentriques de réfringence différente. La lumière de la cellule est très réduite. Des ponctuations très fines traversent les parois épaissies. Les cellules de la gaîne protectrice ne sont épaissies qu'en face des groupes libériens ; elles gardent leurs parois minces en face des pôles trachéens.

L'assise péricambiale est formée d'une ou deux assises de cellules dont les parois sont minces en face des pôles trachéens, tandis qu'elles sont épaissies en face du liber (fig. 42 pl. VIII). Dans les fortes racines, chaque lame ligneuse se compose d'une douzaine de trachées auxquelles

succèdent vers l'intérieur des vaisseaux d'autant plus grands qu'ils sont plus rapprochés du centre de figure. Les lames ligneuses ne s'avancent pas jusqu'au centre où l'on trouve des fibres primitives, épaissies dans les vieilles racines, Les groupes libériens alternent régulièrement avec les lames ligneuses, mais ne s'avancent pas aussi près du centre. Dans chaque groupe libérien, les éléments les plus rapprochés de la périphérie du faisceau sont petits tandis que les grandes cellules grillagées sont localisées à la partie interne du liber.

Les racines moyennes ont de six à douze pôles à leur faisceau, les grosses racines en ont de vingt à vingt-six.

Les racines du *Tamus communis L* présentent les mêmes caractères que celles du *Testudinaria*. Mais la gaîne mécanique du liége interne ne comprend qu'une seule assise cellulaire contiguë à la gaîne protectrice du faisceau, celle-ci est formée de cellules épaissies. L'assise péricambiale a des parois minces en face des pôles trachéens. Les fibres primitives du faisceau sont épaissies. Les lames ligneuses ne s'avancent pas jusqu'au centre de figure.

Ces racines perdent facilement leur région superficielle, de sorte que la surface des vieilles racines est formée par l'assise interne du liége.

c. — *Racines épineuses.*

Le *Dioscorea spinosa* Roxb. doit son nom à des productions épineuses formées par des racines dont les ramifications latérales sont transformées en épines. Ces épines très pointues et très résistantes ont une longueur variant entre 10 et 15^{mm} (1).

---

(1) Je ne sais rien au sujet de la disposition de ces racines épineuses sur la plante. Je ne les connais que par des échantillons détachés provenant de l'Herbier du Jardin Botanique de Bruxelles et que je dois à la bienveillance de M. F. Crépin.

Les racines ordinaires de la plante ont une écorce peu épaisse formée de cellules à parois minces.

Les racines aériennes qui portent les épines ont une écorce mince, qui avait en partie disparu dans les échantillons que j'ai étudiés. Tous les éléments du faisceau, sauf le liber, sont très épaissis.

Les racines épineuses sortent latéralement des racines aériennes. Elles en diffèrent en ce que toute la région corticale est formée de cellules fortement épaissies. On ne distingue même plus de limite entre l'écorce et le faisceau (fig. 43, pl. VIII). Dans le faisceau tous les éléments sont fortement épaissis. On ne distingue dans tout l'organe que les groupes libériens λ formés de cellules très petites ; ces groupes alternent avec les massifs trachéens dont les petits éléments *tr* sont moins épaissis que les autres. On voit en outre quelques vaisseaux ligneux entre certains massifs trachéens et le centre de figure du faisceau. Ces vaisseaux ligneux très étroits sont entourés de quelques éléments peu épaissis.

L'arrangement de ces éléments permet de considérer ces épines comme des racines transformées.

Ces racines rappellent les racines épineuses de certains Palmiers (*Thrinax stauracantha*), mais leur transformation est plus complète. Dans la racine du *Thrinax* (1), on distingue encore dans la région corticale le liège interne du tissu fondamental secondaire, grâce à des différences dans l'arrangement et dans la forme des cellules. La surface de l'épine est formée par quelques assises de cellules non épaissies. Les éléments du faisceau sont moins épaissis que ceux de l'écorce, de sorte que la délimitation du faisceau se fait très facilement.

---

(1) Je n'ai pu étudier que les racines épineuses des plantes de serres, n'ayant pas à ma disposition les racines des plantes sauvages.

CHAPITRE QUATRIÈME.

LES TUBERCULES DES DIOSCORÉES.

Historique.

Les premières observations sur les tubercules des Dioscorées se trouvent dans un travail de Dutrochet sur les embryons végétaux (1). Elles se rapportent seulement au *Tamus communis*. Dutrochet avait observé de jeunes *Tamus* qu'il décrit et figure. Ces germinations lui paraissaient offrir des caractères particulièrement importants puisqu'il y avait remarqué des transitions entre les Monocotylédonées et les Dicotylédonées. Dutrochet considère la gaîne cotylédonaire comme le rudiment d'un second cotylédon. Le tubercule du *Tamus* résulterait de l'accroissement du premier entrenœud de la tige principale. L'axe hypocotylé, le cotylédon et la première racine se détacheraient de l'extrémité inférieure de l'organe dans le cours de son développement. Le *tubercule du Tamus* serait une *tige radiciforme tubéreuse*. Anatomiquement l'organe serait donc une tige, morphologiquement l'extérieur de l'organe serait celui d'une racine, physiologiquement c'est une grosse masse de tissu servant de réservoir nutritif.

---

(1) Dutrochet. *Observations sur la forme et la structure primitive des embryons végétaux.* (*Nouv. Ann. du Museum.* t. IV, p. 165. Paris, 1835).

Hugo von Mohl (1) a consacré une étude assez importante à la structure du tubercule du *Testudinaria*. Mais, comme les plus jeunes plantes que cet auteur étudie avaient au moins trois ans, il admet sans pouvoir le vérifier, que pour cette plante comme pour le *Tamus communis*, le tubercule provient de l'accroissement du premier entrenœud de la tige principale. Mohl admet que les tiges annuelles grimpantes se développent aux dépens des bourgeons adventifs formés dans la substance même du tubercule; et d'après cet auteur, le même procédé se rencontrerait aussi dans le *Tamus communis*.

Decaisne (2), dans les descriptions qu'il a données du *Dioscorea Batatas*, qualifie de rhizome le tubercule de cette plante.

M. Duchartre (3), à la suite d'une analyse de travail de Decaisne, résume quelques observations personnelles; il considère le tubercule du *D. Batatas* comme une racine renflée.

L'assertion de Decaisne est également combattue par Germain de St-Pierre (4) qui regarde les masses charnues désignées sous le nom de rhizones comme des racines pivotantes qui descendent isolément de bourgeons axillaires ou de bourgeons adventifs.

Le même auteur (5), en comparant la germination du *D. Batatas* à celle du *Tamus* arrive à conclure que le tubercule du *Tamus* est une racine globuleuse émise par la seconde

---

(1) H. v. Mohl. *Untersuch. üb. d. Mittelstock von Tamus elephantipes.* — *Verm. Schriften*, p. 186 (Tubingen, 1836).

(2) Decaisne. *L'Igname Batate* (*Revue horticole*, 1er Juillet 1854).— Decaisne, *Sur le Dioscorea Batatas.* — (*Flore des Serres*, T. X, 1855).

(3) Duchartre, *Observations sur l'Igname Batate* (*Bull. Soc. Bot. de Fr.* Tome I, p. 200, 1854).

(4) E. Germain de St-Pierre. *Étude du mode de végétation du D. Batatas* (*Bull. Soc. Bot. de Fr.* Tome III, 1856, p. 108).

(5) E. Germain de St-Pierre. *Germination du D. Batatas comparée à celle du Tamus communis* (*Bull. Soc. Bot. de Fr.* T. IV. 1857, p. 697).

feuille (le cotylédon étant la première feuille), racine qui traverse la radicule pour arriver au dehors. — Chez le *Dioscorea Batatas*, le tubercule serait également une racine globuleuse émise par la second feuille, mais pour arriver au dehors, cette racine déchire simplement la gaîne cotylédonaire. — Les tubercules successifs du *D. Batatas* seraient des racines développées au dessous de bourgeons adventifs formés dans la région supérieure du tubercule précédent.

De Bary (1), tout en reconnaissant la nécessité de nouvelles recherches sur la structure des tubercules des Dioscorées, classe ces organes en trois catégories : 1° Racines renflées (*Dioscorea Batatas*) ; 2° Rhizomes pourvus de feuilles écailleuses (*D. villosa*); 3° Tubercules sans feuilles, provenant du renflement du premier entrenœud de la tige (*Tamus communis, Testudinaria,* beaucoup de *Dioscorea*).

M. Ch. Royer (2) admet aussi que le tubercule du *D. Batatas* est une racine, il insiste sur le fait que cet organe ne présente à sa surface ni écailles, ni bourgeons et que le sommet est celui d'une racine. — A la suite de cette communication faite à la Société Botanique de France, M. Van Tieghem fait allusion à des recherches de M. Morot, d'après lesquelles le tubercule du *D. Batatas* serait le premier entrenœud d'une tige souterraine, ce qui expliquerait l'absence de feuilles ou d'écailles à la surface de l'organe (3).

M. Bucherer (4), dans un travail qui se rapporte presque uniquement à l'Anatomie du *Tamus communis*, admet comme Dutrochet que le tubercule de cette plante provient du renflement du premier entrenœud de la tige principale.

---

(1) De Bary. *Vergleichende Anatomie*, p. 640.

(2) Ch. Royer. *Le tubercule du Dioscorea Batatas est une racine et non pas un rhizome* (*Bull. Soc. Bot. de Fr.*, 1883, p. 225).

(3) Le travail de M. Morot n'a pas été publié.

(4) Bucherer, *Beitr. zur Morphologie u. Anatomie der Dioscoreaceen. Bibliotheca botanica*, Heft 16. Cassel, 1889.

Cet auteur a reconnu que l'excroissance qui donne le tubercule repousse latéralement l'extrémité de l'axe hypocotylé et la première racine. Le tubercule résulterait de l'accroissement secondaire du premier entrenœud de la tige principale et deviendrait une *tige radiciforme*, susceptible de se ramifier. La composition histologique du tubercule et la comparaison de cet organe avec la tige forment des parties étendues du travail de M. Bucherer. — Les tiges aériennes annuelles résultent du développement de bourgeons axillaires et non de bourgeons adventifs comme l'admettait H. v. Mohl.

M. Bucherer compare les tubercules du *Dioscorea sinuata* et du *Testudinaria* à celui du *Tamus*, mais comme il n'a pas observé le développement de ces plantes, il se base uniquement sur les observations de Mohl et de De Bary.

Pour M. Bucherer, le tubercule du *Dioscorea Batatas* a la valeur d'une racine. Cet auteur donne une figure de la section transversale du tubercule. Bien que sur cette figure, les masses libéro-ligneuses soient manifestement des faisceaux unipolaires orientés pour la plupart bois en dedans, liber en dehors, M. Bucherer ne cherche pas à concilier la valeur radiculaire qu'il accepte pour le tubercule avec les singularités anatomiques qu'il constate.

M. Lubbock (1) a figuré tout récemment une jeune plante de *Testudinaria elephantipes*; le tubercule proviendrait de l'accroissement de l'axe hypocotylé. Cet organe forme une masse molle, sans racines à sa surface, du moins dans les premiers stades du développement.

---

(1) Lubbock, Sir J. *A contribution to our Knowledge of Seedlings.* Tome II p. 575. London, 1892.

§ 1. — Développement et structure du Tubercule du Tamus communis L.

Pour élucider la formation du tubercule du *Tamus*, j'ai déterminé la structure de la jeune plante à ses divers stades de développement, depuis l'embryon tel qu'il est dans la graine mûre jusqu'au moment où le tubercule est bien caractérisé.

Il n'y a pas trace du tubercule dans l'embryon, la première indication de cet organe n'est sensible que dans la plante en germination.

Stade I.

Nous prendrons comme premier stade de développement du tubercule l'état dans lequel nous le voyons lorsque la première feuille de la jeune plante, très petite et dépourvue de limbe, commence à sortir de la gaîne cotylédonaire (fig. 1, pl. IX). Cette feuille F_1 (fig. 1, pl. IX) est recourbée en crochet dans sa région supérieure, de sorte que la partie qui fait tout d'abord saillie en dehors de la gaîne cotylédonaire n'est pas le sommet de la feuille, mais le haut du pétiole. Toute la partie du cotylédon supérieure à la gaîne reste enfermée dans la graine pour absorber la réserve nutritive. La gaîne embrasse complétement l'axe hypocotylé. Le bord libre de cette gaîne est fendu irrégulièrement (fig. 4, pl. IX). La partie inférieure de l'axe hypocotylé est renflée et lisse, c'est la première indication du tubercule, on en voit sortir deux ou trois racines dont une plus développée est la première racine.

Description des principales sections transversales de la jeune plante au Stade I.

Nous allons étudier la structure de cette germination à ses divers niveaux. Nous y distinguerons six niveaux principaux que nous répérons comme il suit:

Niveau I. — Immédiatement au-dessous du point de végétation de la tige principale.

Niveau II. — Fond de l'aisselle de la feuille F_1.

Niveau III. — Immédiatement au-dessous de l'aisselle de la feuille F_1.

Niveau IV. — Insertion de la racine principale.

Niveau V. — Sous la terminaison des faisceaux de l'axe hypocotylé.

Niveau VI. — Base de la racine principale et sommet du petit tubercule.

Niveau I. — Sur la section passant au-dessous du point de végétation de la tige principale, les feuilles F_1 et F_2 se font face (fig. 8. pl. IX), leur angle de divergence est de 180°. Le cotylédon est situé en arrière de la feuille F_2, sa divergence par rapport à la première feuille est aussi de 180°. La gaîne cotylédonaire n'est libre que par ses bords *Gc* (fig. 8, pl. IX). La feuille F_1 n'est libre que dans sa région médiane, elle adhère à la gaîne cotylédonaire et à la seconde feuille dans ses portions latérales. La feuille F_2 n'est libre au contraire que par ses bords. Elle adhère au point de végétation de la tige dans sa région antérieure et à la gaîne cotylédonaire dans sa région postérieure. Entre les bords de la feuille F_2, on voit le point de végétation de la tige principale *PV* (fig. 8, pl. IX). Le cotylédon étant horizontal est coupé au-dessus de la région qui renferme le faisceau. La feuille F_1 présente trois faisceaux, un médian M_1 (fig. 8, pl. IX), deux latéraux

M_1 et G_1 (fig. 8, pl. IX). La feuille F_2 présente également trois faisceaux M_2, G_2, D_2. Tandis que les faisceaux de la feuille F_1 présentent des trachées, ceux de la feuille F_2 sont encore au stade procambial.

Niveau II. — Sur la section qui passe par le fond de l'aisselle de la feuille F_1. La feuille 1 n'est libre que dans sa partie dorsale (fig. 9 pl. IX). L'aisselle est représentée par une fente. A l'opposé de la feuille F_1 se trouve le cotylédon, son faisceau *c* (fig. 9 pl. IX) est coupé obliquement. Le point de végétation n'a plus de surface autonome. Le tissu central de la section, qui correspond à la base de ce point de végétation, est à l'état de tissu fondamental.

On voit qu'à ce niveau l'aisselle du cotylédon n'est plus représentée, l'aisselle de la feuille F_1 descend donc au-dessous de l'insertion du cotylédon.

Niveau III. — Sur la section passant immédiatement au-dessous de l'aisselle de la feuille F_1, le faisceau M_1 est coupé obliquement, il reçoit le faisceau G_1 et tous deux s'unissent au faisceau cotylédonaire (fig. 10 pl. IX). — Les faisceaux de la feuille F_2 sont toujours au stade procambial, M_2 est coupé obliquement, il se dirige vers le faisceau cotylédonaire. Les autres faisceaux D_2, G_2, D_1, sont coupés transversalement.

Niveau IV. — Au niveau de l'insertion de la racine principale (fig. 11, pl. IX), le faisceau D_1 prend une direction oblique et vient se réunir au massif anastomotique M_1, G_1, *φc*. Il en est de même des faisceaux D_2, M_2, le faisceau G_2 se joignant à M_2. Le faisceau tripolaire de la racine principale s'insère du côté du cotylédon, à l'opposé du faisceau D_1. L'anastomose des sept faisceaux de l'axe hypocotylé constitue une couronne discontinue, à pointements trachéens intérieurs enveloppée à la périphérie par le liber. L'arc le plus important de cette couronne est placé du côté

du cotylédon, il répond aux faisceaux, M_1, G_1, φc, ce dernier faisceau formant la partie gauche du système. Sur ce premier arc et en particulier sur le faisceau cotylédonaire, s'insère un premier pôle du faisceau de la racine ; nous pourrons le désigner sous le nom de pôle cotylédonaire. Un peu plus bas, la couronne se complète du côté de la face dorsale par l'adjonction du faisceau D_1, et c'est sur ce massif que vient s'insérer un second pôle de la racine que nous appellerons pôle dorsal. — La couronne se complète à droite et à gauche par l'adjonction de D_2 et de M_2 G_2. C'est sur M_1 que vient s'insérer le troisième pôle de la racine, nous l'appellerons pôle moyen.

En résumé, les faisceaux se réunissent en une couronne et la racine insère un de ses pôles sur le faisceau cotylédonaire le second et le troisième sur deux des faisceaux de la feuille F_1.

Si on voulait suivre l'axe hypocotylé, il faudrait modifier la direction des coupes en les inclinant de manière à couper toujours transversalement les faisceaux de cet axe. Mais comme nous avons spécialement en vue l'étude de la formation du tubercule, nous dirigeons cette série de sections transversalement par rapport à l'ensemble du tubercule. — Celui-ci semble prolonger l'axe hypocotylé, bien qu'il soit latéral.

Niveau V. — Immédiatement au-dessous de la terminaison des faisceaux de l'axe hypocotylé (fig. 12, pl. IX), nous entrons dans un renflement qui a rejeté latéralement la première racine. L'organe nous montre une surface libre couverte d'épiderme dans sa région dorsale, revêtue d'un liège dans sa région ventrale (face cotylédonaire). A l'union de la face ventrale et de la face dorsale sont deux prolongements qui correspondent à la gaîne cotylédonaire. Nous constatons à ce niveau quatre massifs procambiaux (fig. 12 pl. IX, p_1, p_2, p_3, p_4) insérés sur la couronne à peu près aux points occupés au niveau précèdent par M_1, D_2,

D_1, M_2 et reliés directement à ces massifs. Une racine secondaire s'insère dans la région dorsale en avant des groupes p_1, p_2; cette racine n'est indiquée que par son point de végétation. La racine principale R_1 porte deux radicelles, insérées l'une sur son pôle cotylédonaire $R_2 c$ (fig. 5, pl. IX), l'autre sur son pôle moyen ($R_2 m$).

Les faisceaux de cette région du tubercule sont au stade procambial, ils sont rattachés au système des faisceaux de l'axe hypocotylé.

Niveau VI. — La section fig. 13, pl. IX, qui passe par le sommet du petit tubercule et par la base de la racine principale, ne montre plus qu'un faisceau, celui de la racine principale R_1 accompagné souvent de deux racines secondaires. Les racines secondaires sont même presque indépendantes.

La masse du tissu rencontré par la section est formée par un tissu fondamental parenchymateux limité du côté dorsal par un épiderme, du côté ventral par un liège peu différencié. Il n'y a pas encore de cambiforme caractérisé. Une coupe radiale de cette même région ne montre pas de point de végétation différencié au sommet du tubercule.

L'étude précédente montre que les faisceaux des deux premières feuilles et du cotylédon se réunissent dans l'axe hypocotylé en une couronne libéro-ligneuse anastomotique sous laquelle s'insére la première racine.

La partie de l'axe hypocotylé comprise entre la gaîne cotylédonaire et la première racine est excessivement courte. Au contraire la région dorsale correspondant à la base de la première feuille est devenue épaisse, ce qui provoque le rejet de la première racine du côté ventral. C'est ce renflement qui est la première ébauche du tubercule, il reçoit des faisceaux primaires insérés sur la couronne libéro-ligneuse de l'axe hypocotylé.

Au moment de sa formation, le tubercule n'est d'abord qu'une dépendance de la face dorsale de l'axe hypocotylé.

Stade II.

Nous prendrons comme second stade une plante qui redresse le pétiole de sa première feuille, mais dont le limbe n'est pas encore étalé.

Entre les stades I et II la première feuille s'est dégagée de la gaîne cotylédonaire. Le pétiole de cette feuille s'est allongé en restant d'abord courbé dans sa région supérieure (fig. 4, pl. IX); le limbe s'est développé en tenant ses deux moitiés droite et gauche appliquées l'une contre l'autre par leur face antérieure (fig. 4).

Au stade II, la deuxième feuille sort de la gaîne de la feuille F_1 (fig. 5, pl. IX et fig. 6, pl. IX). La graine est portée à la partie supérieure du petit tubercule, en arrière de la deuxième feuille. Trois ou quatre racines sont insérées sur l'axe hypocotylé au-dessous de l'insertion de la graine. Une autre racine sort du tubercule au-dessous de la première feuille. A ce stade le tubercule est sphérique, il atteint environ le volume de la graine.

Description des principales sections transversales de la plante au Stade II.

Nous conservons les mêmes niveaux qu'au stade I.

Niveau I, immédiatement sous le point de végétation de la tige principale.

Le point de végétation de la tige est coupé dans sa partie libre à peu près au milieu de sa hauteur. C'est une plage limitée par un dermatogène, dont le tissu intérieur est à l'état méristématique. La feuille F_2 (fig. 16, pl. IX) tient à la feuille F_1 par sa partie droite, son faisceau D_2 est plus petit que les deux autres.

Les trois faisceaux de F_2 ont une ou plusieurs trachées

caractérisées. La feuille F_1 est libre sur les $\frac{2}{5}$ de sa face interne et sur les $\frac{5}{6}$ de sa face externe. Elle tient à la gaîne cotylédonaire par le $\frac{1}{6}$ restant, du côté ventral. Elle entoure complétement la feuille F_2 et la tige. Elle n'est qu'à demi embrassée par les bords de la gaîne cotylédonaire.

En comparant la structure de cette section avec celle de la section homologue du stade I, on voit qu'il y a eu comme un relèvement de la gaîne cotylédonaire du côté de la face ventrale. C'est la base de la feuille F_1 qui a continué à se développer en rejetant vers le haut la gaîne cotylédonaire.

Immédiatement au-dessus du niveau précédent, la section d'ensemble montre le point de végétation $P\ V$ (fig. 15, pl. IX) de la tige encore libre en ce point. La gaîne cotylédonaire ne tient plus à la feuille F_1 que par un point. Dès ce niveau l'assise superficielle de la gaine cotylédonaire du côté externe a une allure de tissu subérifié, ce n'est pas un épiderme nettement caractérisé.

A ce stade encore, l'angle de divergence (1) des appendices successifs est sensiblement de 180°.

Niveau II (fig. 17, pl. IX). — Fond de l'aisselle de la feuille F_1.

---

(1) Lorsque la jeune plante a dépassé le stade II, l'angle de divergence des premiers appendices peut être très différent de 180°. Nous avons vu que les entrenœuds inférieurs de la tige principale ne s'allongent pas de sorte que les deux premières feuilles sont insérées presque au même niveau. Le développement de la feuille F_2 et de la tige principale a pour effet d'écarter la feuille F_1 du cotylédon. Ces deux derniers appendices, tout en s'écartant, restent quelquefois à 180° l'un de l'autre dans leurs positions relatives, mais il n'en est pas toujours ainsi. Comme en général la feuille F_1 et le cotylédon restent adhérents bord à bord d'un côté, tandis qu'ils se séparent du côté opposé, l'angle de divergence du cotylédon et de la première feuille semble se réduire à 90°. Même lorsque les bords de la feuille F_1 et du cotylédon restent adhérents des deux côtés, il arrive souvent que l'un des côtés de la gaîne de la feuille F_1 s'étire plus que l'autre pour suivre l'accroissement des organes plus jeunes (sur la fig. 16, pl. IX le côté droit de la gaîne de la feuille F_1 est étiré). — Ces variations dans la divergence des feuilles s'observent également dans les jeunes *Tacca pinnatifida*. Les feuilles, arrangées suivant l'ordre distique à l'origine, se montrent par la suite disposées suivant le cycle $\frac{2}{5}$ dextre ou sénestre.

Le centre de la tige principale est occupé par une plage méristématique. Les trois faisceaux M_2, G_2, D_2, sont grêles. Ils ont des trachées et sont plus rapprochés du centre de figure. Les trois faisceaux M_1, G_1, D_1, sont assez éloignés du centre. G_1 en étant le plus rapproché et en même temps le plus large. Le faisceau cotylédonaire se trouve vers la périphérie dans l'espace correspondant à l'intervalle des faisceaux G_1 et M_2. — Le relèvement constaté pour la gaîne cotylédonaire est donc encore ici très sensible.

Au-dessous du niveau II, nous constatons qu'il s'est produit une élongation considérable de l'axe hypocotylé et du renflement tuberculaire.

Niveau III.—Ce niveau sera représenté par cinq sections α, β, γ, δ, ε (fig. 18 à 22, pl. IX).

Section α (fig. 18, pl. IX). Dans la plage méristématique centrale, nous avons l'indication de deux massifs procambiaux correspondant à deux des faisceaux de la tige principale. Dans la région qui donnera le troisième faisceau, nous avons encore du méristème. De petites branches latérales unissent M_2 à D_2, et celui-ci au faisceau G_1.

Section β (fig. 19, pl. IX). On voit que le faisceau M_1 a émis un lobe *pr* (fig. 19, pl. IX) qui se dirige vers l'extérieur et qui sera l'amorce d'un faisceau périphérique du tubercule. Le faisceau G_1 est en rapport avec M_2; une petite branche se dirige de M_2 vers le faisceau G_2.

Au niveau de la section γ (fig. 20, pl. IX) les massifs méristématiques et procambiaux de la tige principale se continuent par du tissu fondamental. Nous ne voyons pas, à ce niveau, de zône à cloisonnements tangentiels unissant les divers faisceaux. On dirait que la masse méristématique se continue par du tissu fondamental. Seulement il faut se rappeler que cette notion de tissu fondamental n'est donnée que par le volume des éléments, or, certains d'entre eux sont encore capables de se diviser en se cloisonnant, ils établiront la

mise en rapport des faisceaux procambiaux avec les faisceaux supérieurs de la tige.

Le faisceau G_1 (fig. 20, pl. IX), s'est à peu près séparé de M_2 pour se réunir à la droite du faisceau cotylédonaire. Chacun des faisceaux G_1 et M_2 a émis vers la périphérie, avant de se rapprocher définitivement du faisceau cotylédonaire, un petit lobe libéro-ligneux (g_1 et m_2 fig. 20, pl. IX). Le faisceau G_2 après avoir émis aussi un lobe destiné au tubercule (g_2 même fig.) passe en avant de D_1 auquel il s'accole, puis va rejoindre la branche partie de M_2 au niveau de la section β (fig. 19, pl. IX).

Au niveau de la section δ (fig. 21, pl. IX) la branche D_1 G_2 s'unit au faisceau M_2. M_2 se réunit à la gauche du faisceau cotylédonaire pendant que G_1 se jette sur la droite de ce dernier. D'autre part M_1 se réunit à D_2 et ce dernier va se relier au niveau suivant à la droite de G_1. Il se forme de la sorte une couronne anastomotique ouverte du côté dorsal comprenant sept faisceaux disposés dans l'ordre suivant: D_1, G_2, M_2, φc, G_1, D_2, et M_1. C'est exactement l'ordre que nous avons observé au stade I.

Au niveau de la section ε (figure 22, pl. IX), la couronne libéro-ligneuse se ferme par l'adjonction du massif M_1 D_2. En dehors de la masse anastomotique, on voit (fig. 22, pl. IX) six masses libéro-ligneuses ou procambiales, ce sont des cordons issus des faisceaux de l'axe hypocotylé et qui se dirigent vers le tubercule : m_2, d_1 d, d_1 g, g_2, m_1, g_1 (fig. 22, pl. IX).

Entre les stades I et II la partie de l'axe hypocotylé qui correspond à la réunion du faisceau cotylédonaire et des deux premières feuilles s'est donc fortement allongée.

Dans l'intervalle des stades I et II, les rapports des parties n'ont pas changé, il s'est différencié quelques nouveaux faisceaux périphériques, dont les derniers formés sont encore au stade procambial, tandis que les premiers montrent déjà des trachées. Ces faisceaux périphériques sont insérés sur les faisceaux des deux premières feuilles.

Niveau IV. — Le faisceau M_1 (fig. 23, pl. IX) achève sa réunion à la couronne libéro-ligneuse. La racine principale s'insère sur cette couronne comme il a été dit au stade I.

Entre les faisceaux primaires du tubercule et la surface, on voit du côté de la face dorsale, de petits massifs (fig. 23, pl. IX) qui paraissent procambiaux; ils sont en réalité dans une zône à cloisonnements tangentiels qui fournit un tissu fondamental secondaire et des faisceaux secondaires. En passant de la section fig. 22 à la section fig. 23 on voit ces faisceaux secondaires se relier aux faisceaux primaires du tubercule.

Niveau V. — La section qui passe immédiatement au-dessous du système des faisceaux de l'axe hypocotylé (fig. 24, pl. IX) rencontre la première racine R_1.

Cette racine est latérale par rapport au tubercule. Elle montre l'insertion de deux racines secondaires. Dans la région centrale du tubercule on remarque un petit faisceau p_2 inséré sur la terminaison de l'axe hypocotylé. Du côté de la face ventrale, on trouve de même deux nouveaux petits faisceaux p_3 et p_4 (fig. 24, pl. IX), ces faisceaux correspondent à ceux qui ont reçu les mêmes notations au stade I (fig. 5, pl. IX). Ce sont les seuls faisceaux qui se trouvaient représentés dans le tubercule au stade I.

Ce niveau V est représenté par plusieurs sections (fig. 26 à 28, pl. IX). En parcourant ces sections de haut en bas on voit les faisceaux primaires du tubercule se jeter les uns sur les autres. Ces faisceaux primaires reçoivent en même temps des branches venant des faisceaux secondaires. Il existe donc un réseau vasculaire parallèle à la surface du tubercule, les branches externes du réseau étant formées par les faisceaux secondaires. Les branches internes ont seules des trachées. Elles reçoivent l'insertion de nouvelles racines plus volumineuses que les premières racines de la jeune plante. La racine *Rad* (fig 26, pl. IX), correspond à la racine qui au stade I (fig. 12, pl. IX), n'était indiquée que

par son point de végétation. Cette racine s'insère sur la face dorsale. Une autre racine plus jeune s'insère également sur cette face. Cette insertion des racines sur tout le pourtour du tubercule, aussi bien sur la face dorsale que sur la face ventrale, mérite d'être signalée, elle montre que le tubercule du *Tamus* est moins différencié que celui des Dioscorées à tubercule bifacial, c'est-à-dire dont la face ventrale porte seule les racines (*Dioscorea sinuata, D. altissima*).

A ce stade l'épiderme a atteint toute sa croissance. Comme le tubercule grossit beaucoup, l'épiderme crève en certains points. Des cloisonnements tangentiels apparaissent dans les trois assises sous épidermiques du tissu fondamental, surtout dans la troisième *cbfe* (fig. 13, pl. X). Les cellules les plus extérieures forment un liège qui occupera la surface du tubercule après la destruction de l'épiderme. En même temps il s'établit plus profondément, dans une assise du tissu fondamental séparée de l'épiderme par cinq ou six couches cellulaires, un second cambiforme *cbfi* (fig. 13, pl. X) qui fournit du tissu fondamental secondaire vers l'intérieur. Certaines cellules de ce tissu fondamental, les plus intérieures, se recloisonnent radialement, puis tangentiellement et forment ainsi des faisceaux secondaires f_2 (fig. 13, pl. X). A ce stade les faisceaux secondaires n'ont pas encore d'éléments différenciés.

A cet âge, la partie du cotylédon enfermée dans la graine occupe la moitié de cette graine (fig. 14, pl. IX). La nervation du cotylédon comprend une nervure médiane et quatre nervures secondaires, deux à droite et deux à gauche (fig. 30 et 31, pl. IX).

Les modifications survenues entre les stades I et II sont les suivantes :

1° Les faisceaux de la deuxième feuille ont dépassé le stade procambial, ils présentent des trachées dans leur région antérieure.

2° L'épiderme de la région renflée commence à s'exfolier, il est remplacé par un liège dont le cambiforme producteur apparaît dans la troisième assise sous-épidermique.

3° Une seconde zone cambiforme plus profonde s'établit à la limite du tissu fondamental interne, elle est séparée du premier cambiforme par trois ou cinq assises cellulaires. Ce cambiforme fournit surtout du tissu fondamental secondaire. Certaines cellules en se recloisonnant donnent des faisceaux secondaires (f_2 fig. 13, pl. X).

Si on représente les rapports du tubercule avec le reste de la jeune plante à ce stade, on obtient une figure telle que la fig. 29, pl. IX. L'intervalle entre la gaîne cotylédonaire et la première racine est resté très petit ; le tubercule formé sur la face dorsale de la jeune plante du côté de la feuille F_1 a pris un très grand développement dans le prolongement apparent de la tige principale.

Notons en terminant qu'à cet âge, le jeune tubercule renferme déjà une abondante réserve amylacée, répartie dans tout le tissu fondamental interne.

Stade III.

Comme stade plus avancé, nous prendrons la jeune plante au moment où son tubercule cesse d'être sphérique et commence à s'allonger en s'enfonçant verticalement dans le sol (fig. 7, pl. IX). Le tubercule a alors atteint la grosseur d'un petit pois. Des racines nettement endogènes, de plus fort calibre que la première racine, s'insèrent sur le tubercule.

L'entrenœud 1 est resté nul, l'entrenœud 2 est également nul, l'entrenœud 3 mesure environ deux centimètres. Il porte une feuille écailleuse F_3 (fig. 7, pl. IX). Les feuilles 4 et 5 (F_4 et F_5 fig. 7, pl. IX) sont attachées presque au même niveau. L'entrenœud 6, encore en voie de développement,

est assez allongé, il porte une feuille normale et se termine par le point de végétation. Le pétiole de la feuille F_6 se trouve exactement dans le prolongement de l'entrenœud 6. Les limbes des feuilles F_1, F_2, F_4 et F_5 sont complètement étalés.

Le haut de la plante n'a plus d'intérêt pour notre sujet particulier.

Description des principales sections de la jeune plante parvenue au Stade III.

Nous conservons toujours les mêmes niveaux que dans la plante au stade I bien que la plante se soit allongée dans sa partie supérieure.

Au-dessus du niveau I (fig. 32, pl. IX), la feuille F_1 embrasse la feuille F_2. Celle-ci est complètement libre sur ses deux faces. La tige principale, également libre, montre trois faisceaux avec bois différencié φ_1, φ_2, φ_3 (fig. 32, pl. IX). Dans l'aisselle de la feuille F_2 nous trouvons une tige axillaire Tg_2 dont les quatre faisceaux sont à l'état procambial. La première feuille de la tige Tg_2 est une écaille sans faisceau *Ec* (fig. 32, pl. IX) dont le bord droit est plié deux fois. Dans l'aisselle de cette écaille, on trouve le point de végétation d'une tige axillaire qui est une tige d'ordre 3 *Tg* (fig. 32, pl. IX).

La région du *niveau I* s'est allongée, nous y pratiquons deux sections, une section supérieure (section α) et une section inférieure (section β).

Sur la section α (fig. 33, pl. IX), par suite du développement des feuilles F_1 et F_2, le point d'attache de la gaîne cotylédonaire semble réduit. La position de cette attache et son étendue peuvent varier notablement d'une plante à l'autre, mais nous pourrons toujours prendre comme repère les rapports du faisceau cotylédonaire avec les faisceaux des feuilles F_1 et F_2. La place relative de ces faisceaux est invariable.

La feuille F_2 est attachée à la tige principale par la plus grande partie de la face interne de son bord gauche (fig. 33, pl. IX). Elle tient à la feuille F_1 par un petit arc de sa face externe correspondant à l'intervale des faisceaux M_2 et G_2. Les trois faisceaux de la tige Tg_1 sont très rapprochés. Ceux de la tige Tg_2 toujours au stade procambial occupent une plage limitée de toutes parts par un épiderme. Dans la tige Tg_3 nous avons quatre très petits massifs procambiaux.

Au niveau de la section β (fig. 34, pl. IX), la région qui correspond au système des faisceaux de la tige principale n'est plus limitée par un épiderme.

Le *niveau II* s'est également allongé, nous y ferons deux sections : une section supérieure α et une section inférieure β.

Au niveau de la section α qui correspond au fond de l'aisselle de la feuille F_1 (fig. 35, pl. IX), les faisceaux de la tige Tg_3 se jettent l'un sur l'autre et tous ensemble viennent s'attacher sur un faisceaux de la tige Tg_2. Cette anastomose reçoit des branches horizontales qui sont des faisceaux périphériques secondaires du tubercule. La tige Tg_2 reçoit de même des branches grêles qui viennent de la périphérie du tubercule en passant entre G_2 et D_1, entre G_2 et les faisceaux de la tige Tg_1, entre D_1 et M_2.

Au niveau de la section β (fig. 36, pl. IX), on trouve deux racines insérées sur le tubercule, l'une derrière le faisceau M_2, l'autre derrière le faisceau D_1. Une petite branche relie les faisceaux M_2 et D_2 (fig. 36, pl. IX). Les faisceaux D_1, G_2, M_2, D_2 sont touchés par des faisceaux du tubercule qui viennent s'attacher sur les faisceaux des tiges Tg_1 et Tg_2. Le faisceau φ_2 de la tige Tg_1 reçoit vers l'intérieur l'insertion des faisceaux de la tige Tg_2, et du côté externe celle d'un petit faisceau périphérique. D'autres faisceaux périphériques marchent horizontalement dans la région située en arrière de M_2 et G_2. ce sont des branches qui se sont insérées au niveau de la section α sur les faisceaux de la tige Tg_2. La

partie gauche de la face ventrale qui est comprise entre M_2 et G_2 participe donc maintenant à la formation du tubercule. Dans l'aisselle de la feuille F_1 en avant de M_1, on voit un très-petit point de végétation (1) coupé obliquement, c'est le point de végétation axillaire de la feuille F_1.

Niveau III. — La région qui correspond au niveau III des stades précédents s'étant allongée, nous sommes forcés de décrire un plus grand nombre de sections qu'aux stades précédents. Cette région comprend le premier entrenœud de la tige principale et l'axe hypocotylé. Nous pourrons donc y distinguer un premier niveau III *a* qui comprendra les sections pratiquées dans le premier entrenœud de la tige principale, et un autre niveau inférieur III *b* comprenant les sections passant par l'axe hypocotylé.

Niveau III a, section α (fig. 37, pl. IX).— Le faisceau φ_2 de la tige principale s'est divisé en deux parties, sur la moitié droite $\varphi_2 d$ vient s'insérer une branche qui se bifurque en se dirigeant vers la périphérie ; ce massif $\varphi_2 d$ englobe le faisceau M_2. La moitié gauche $\varphi_2 g$ touche le faisceau G_2. De

---

(1) Chez les Dioscorées, le point de végétation axillaire de cette feuille F_2 reste souvent en retard sur celui de la feuille F_2. On observe ce fait dans le développement de *Dioscorea sinuata, D. altissima, D. repanda.* Mais chez les *D. quinqueloba, D. Kita,* le bourgeon axillaire de la feuille F_1 ne se forme plus.

Le développement de la feuille F_2 semble par contre en raison inverse de celui du bourgeon axillaire qui en dépend. Cette feuille F_2, normalement développée chez *Tamus communis* et *Dioscorea sinuata* peut n'avoir plus ni pétiole ni limbe chez *D. altissima*, où elle est représentée dans certaines jeunes plante par une simple écaille. Il en est de même chez *D. repanda* et *D. quinqueloba* où la feuille F_2 écailleuse très réduite ne reçoit plus qu'un petit faisceau. Ce faisceau peut même faire défaut comme chez la plupart des jeunes plantes du *D. quinqueloba.* Enfin chez *D. Kita,* la seconde feuille n'a pas de faisceau, elle n'est plus représentée que par une écaille excessivement réduite, mais dont le bourgeon axillaire prend rapidement un grand développement.

Si l'on n'avait pas observé la gradation qui vient d'être exposée, on pourrait être très embarrassé pour trouver la signification exacte du bourgeon qui, chez *D. Kita*, se développe en face de l'unique feuille F_1. La véritable interprétation ne peut être trouvée que par la comparaison des divers termes de la série des Dioscorées.

même D_2 et G_1 sont reliés au faisceau φ_3 de la tige $1g_1$. Le faisceau φ_1 reçoit une insertion de faisceaux périphériques. M_1 et D_1 n'ont contracté à ce niveau aucune adhérence. La section horizontale ne rencontrant que la partie gauche de la gaine cotylédonaire *Gc* (fig. 37, pl. IX), nous ne voyons pas encore à ce niveau le faisceau cotylédonaire. Vers la périphérie du côté de la face ventrale, on voit de nombreux faisceaux secondaires dans un tissu fondamental d'origine secondaire. Ce sont des branches vasculaires du tubercule directement reliées aux faisceaux périphériques du niveau II.

Niveau III a, section β (fig. 38, pl. IX).— Le faisceau M_2 est réuni latéralement à D_2 et à G_2. Le faisceau D_1 se trouve en arrière de G_2 auquel il est relié. L'ensemble des faisceaux D_2, M_2, G_2 et D_1 touche par le faisceau G_2 la partie droite du faisceau φ_2 ($\varphi_2 d$ fig. 38, pl. IX). Cette partie du faisceau φ_2 se relie au faisceau φ_1. G_2 reste en arrière du faisceau φ_3 sous forme d'une masse distincte.

A ce niveau, un cordon libéro-ligneux primaire partant de D_2 se dirige vers la périphérie, d'autres s'insèrent sur les faisceaux G_2, $\varphi_2 g$, φ_1 et φ_3.

Niveau III a, section γ (fig. 1, pl. X). — Les faisceaux φ_1, φ_2, φ_3 sont anastomosés en une couronne ouverte du côté de la face dorsale. Le faisceau M_1 vient se placer sur le bord droit de cette couronne. Les faisceaux G_2, M_2 et D_2 se réunissent en un massif anastomotique à la droite duquel vient s'attacher le faisceau D_1 (1). Ces faisceaux n'ont plus à ce niveau d'adhérence avec les faisceaux φ_1, φ_2, φ_3. Le

(1) Il y a ici une différence avec ce que nous avons vu aux stades précédents. Les faisceaux de la feuille F_2 se réunissent entre eux avant de se joindre aux faisceaux de la feuille F_1. Ce n'est là qu'une différence individuelle tenant à ce que la feuille F_2 dans l'exemple étudié était un peu grêle. La réunion des faisceaux de cette feuille en un seul massif permet de considérer celle-ci comme intermédiaire entre les feuilles qui reçoivent de la tige trois faisceaux et celles qui, réduites à l'état d'écailles, n'en reçoivent plus qu'un seul.

faisceau G_1 est en rapport avec des branches vasculaires qui se dirigent horizontalement vers la périphérie.

La gaîne cotylédonaire est coupée encore un peu au-dessus du faisceau cotylédonaire.

Niveau III a, section δ (fig. 2, pl. X). — Le faisceau D forme avec G_2, M_2 et D_2 un arc libéro-ligneux continu. Le faisceau G_1 est relié à M_1 par l'ensemble des faisceaux φ_1 et φ_3.

Ces faisceaux φ_1 et φ_3 sont grêles, ils s'insèrent sur les faisceaux M_1 et G_1. Le faisceau φ_2 s'est relié au niveau de la section γ (fig. 1, pl. X) au faisceau φ_3, il est encore représenté au niveau de la section δ (fig. 2) par une masse qui se reliera à quelques lobes primaires du tubercule et au faisceau M_1.

Les faisceaux propres de la tige Tg_1 s'insèrent donc sur les faisceaux M_1 et G_1 au niveau de cette section δ (fig. 2).

Niveau III b, section α (fig. 3, pl. X). Avec cette section commence l'axehypocotylé. — Le faisceau φ_2 reçoit l'insertion de quelques faisceaux primaires du tubercule. Le faisceau D_1 est définitivement réuni à la gauche du massif G_2 M_2 D_2. Le faisceau cotylédonaire est coupé obliquement.

Niveau III b, section β (fig. 4, pl. X). — Les faisceaux de l'axe hypocotylé forment trois massifs inégaux ; l'un comprend D_1, le second se compose des faisceaux G_2, M_2 et D_2, le troisième de M_1 et G_1. Les faisceaux de la tige Tg_1 (φ_1, φ_2, φ_3) se sont insérés sur ceux de l'axe hypocotylé, en particulier sur M_1 et sur G_1. Le faisceau cotylédonaire (φc) se dirige vers le groupe formé par les trois massifs libéro-ligneux de l'axe hypocotylé. La gaîne cotylédonaire (fig. 4, pl. X) occupe environ le $\frac{1}{3}$ de la surface du tubercule.

Niveau III b, section γ (fig. 5, pl. X).—Les trois groupes de l'axe hypocotylé se réunissent en une masse libéro-ligneuse

trilobée qui représente la terminaison des faisceaux de la tige.

Niveau IV (fig. 6 et 7, pl. X).—A la masse libéro-ligneuse représentant le système des faisceaux de l'axe hypocotylé vient se réunir le faisceau cotylédonaire qui se place auprès de M_2. En même temps se produit l'insertion de la première racine R_1 (fig. 6, pl. X). Cette racine est rejetée latéralement et son faisceau marche horizontalement depuis la surface du tubercule jusqu'à son insertion sur le système des faisceaux de l'axe hypocotylé.

Niveau V (fig. 8, pl. X).—Au-dessous du système des faisceaux de l'axe hypocotylé, au point où s'est faite l'insertion de la racine principale, on trouve une masse libéro-ligneuse diaphragmatique *p* (fig. 8, pl. X). C'est un reste de la région d'insertion de la racine principale. Cette masse se continue plus bas par deux petits faisceaux dont l'un reste libre, l'autre se réunit à un faisceau primaire du tubercule.

Niveau VI (fig. 9 et 10, pl. X). — Ces sections et les suivantes ne rencontrent que le tubercule.

La région centrale de cet organe est occupée par des faisceaux primaires qui s'insèrent, comme nous venons de le voir, sur les faisceaux de la tige, de l'axe hypocotylé et des feuilles. La périphérie est occupée par des faisceaux plus grêles d'origine secondaire insérés sur les faisceaux primaires du tubercule et sur les faisceaux de la tige principale, de l'axe hypocotylé et des feuilles F_1 et F_2.

Dans les sections faites à un millimètre environ au-dessous de la base de la première racine (fig. 11, pl. X) les faisceaux primaires de la région centrale du tubercule se relient entre eux latéralement en formant des anses. C'est par ces anses que ces faisceaux se terminent. Aussi voit-on plus bas la région centrale presque dépourvue de faisceaux (fig. 12, pl. X), tandis que la région périphérique renferme de nombreux faisceaux secondaires.

Les racines qui se produisent sur le tubercule insèrent leur faisceau sur les faisceaux subpériphériques séparés de l'extérieur par un cercle de faisceaux plus jeunes (*Rad* fig. 12, pl. X)

Tous les faisceaux du tubercule au-dessous du niveau de la fig. 11, pl. X, sont des faisceaux secondaires, ils ne présentent pas de trachées. Le tissu dans lequel ils sont plongés est un tissu fondamental secondaire dont les cellules sont disposées en files radiales.

Toute la surface du tubercule depuis le niveau II est formée par un liège à parois légèrement brunies. Ce liège provient d'un cambiforme superficiel dont nous avons constaté le début au stade précédent (fig. 13, pl. X).

Comparaison du Stade III aux Stades précédents. — Accroissement secondaire du tubercule.

Nous avons vu que le tubercule du *Tamus*, tout d'abord sphérique, continue sa croissance en s'allongeant vers le bas; cet allongement est dû à la formation d'un point de végétation dans la région inférieure du tubercule. Si l'on fait une section verticale de ce point de végétation, on voit que la surface (fig. 16, pl. X) est occupée par deux assises de grandes cellules subérifiées formant un revètement protecteur analogue au liège des pilorhizes. Sous ce liège se trouve le cambiforme qui l'a produit *cbfe* (fig. 16, pl. X), puis plus intérieurement deux ou trois assises de tissu fondamental secondaire. — Plus profondément se trouve une seconde zône cambiforme qui fournit vers l'intérieur du tissu fondamental secondaire et un peu de liège vers l'extérieur; ce dernier est contigu au tissu fondamental produit par le cambiforme externe. C'est dans le tissu fondamental interne $Tf_2\,i$ (fig. 16, pl. X), que se produisent les petits faisceaux secondaires par le cloisonnement longitudinal de quelques cellules de ce tissu fondamental secondaire (fig. 17, pl. X).

Les deux cambiformes que nous venons de rencontrer dans le point de végétation se continuent sur toute la périphérie du tubercule. Le cambiforme superficiel répare la surface et fournit le liège protecteur. Le cambiforme interne fournit un tissu fondamental secondaire qui contribue à l'accroissement du tubercule et dans lequel se forment les faisceaux secondaires.

Les faisceaux secondaires se composent d'une masse ligneuse à grands vaisseaux rayés et d'une masse libérienne située en arrière du bois (fig. 15, pl. X)

Le stade que nous venons d'étudier résulte d'un accroissement important de toutes les parties déjà formées du jeune tubercule tel que nous l'avons vu au stade précédent. Le développement des tiges Tg_2 et Tg_3 (fig. 32, pl. IX), qui n'existaient pas encore au stade précédent, a occasionné un élargissement considérable du nœud 1 et de l'entrenœud inférieur (premier entrenœud de la tige principale). Les faisceaux de ces tiges s'insèrent au niveau du nœud 1 (fig. 36 et 37, pl. IX), sur les faisceaux de la tige Tg_1 et reçoivent des branches d'insertion de faisceaux périphériques d'origine secondaire. Il en résulte que les tiges Tg_2 et Tg_3 sont en rapport avec les faisceaux secondaires qui se développent en même temps qu'elles-mêmes.

Les faisceaux de la tige principale Tg_2 se terminent en se réunissant aux faisceaux foliaires, en particulier aux faisceaux de la feuille F_1. La région où se fait cette réunion est le siége de la production de branches horizontales qui donnent insertion à des faisceaux primaires du tubercule et à des faisceaux périphériques secondaires.

On voit encore qu'à ce stade III l'insertion de la première racine reste très voisine de l'attache du cotylédon. L'axe hypocotylé est donc toujours très court (sections fig. 4 à 7, pl. X). Le renflement du tubercule a son maximum dans le premier entrenœud de la tige principale ; c'est surtout au niveau III, qui comprend cet entrenœud, que nous avons vu se produire une forte croissance intercalaire. Le renflement

se continue au niveau de l'axe hypocotylé dont la terminaison se trouve rejetée latéralement sur la face ventrale. Au stade III, le tubercule se prolonge beaucoup au-dessous de l'axe hypocotylé et croît par un point de végétation spécial situé à son extrémité inférieure. On distingue dans ce tubercule deux sortes de faisceaux : les uns, localisés dans sa portion supérieure, sont des lobes libéro-ligneux primaires en relation avec les faisceaux des feuilles et de la tige principale; les autres sont des faisceaux secondaires en relation avec les faisceaux intérieurs. A un certain niveau, un peu au-dessous de l'insertion de la racine principale, les faisceaux primaires se relient latéralement entre eux et se terminent en se jetant les uns sur les autres. Au-dessous de ce niveau, on ne trouve plus dans le tubercule que des faisceaux secondaires.

Le point de végétation du tubercule présente un liège superficiel fourni par un cambiforme sous-jacent, puis un peu de tissu fondamental secondaire. Vient ensuite un peu de liège interne produit par un cambiforme intérieur qui fournit surtout du tissu fondamental secondaire. C'est dans ce tissu que se différencient les faisceaux secondaires. Nous avons donc deux cambiformes, l'un superficiel, l'autre plus profond.

Les deux cambiformes se continuent sur tout le périphérie du tubercule. C'est à leur activité qu'est dû l'accroissement du tubercule après le stade que nous venons d'étudier.

Le cambiforme intérieur fournit à chaque période de végétation des couches successives de tissu fondamental secondaire dans lequel se forment des faisceaux secondaires. Le tissu ainsi produit a toujours l'aspect parenchymateux, quel que soit le moment de sa formation; les cellules allongées dans le sens radial sont remplies d'amidon. Nous n'avons pas rencontré chez le *Tamus communis* les zônes successives concentriques signalées par Unger (1) dans le tubercule du *Tamus polycarpus*.

---

(1) Unger, F. — *Anatomie und Physiologie der Pflanzen*, p. 239, fig. 106.

Le tubercule à la fin de la première période de vegétation.

A la fin de la première période de végétation, le tubercule de *Tamus* présente à sa partie supérieure deux feuilles dépendant de la tige principale dont les deux entrenœuds ne se sont pas allongés. Le haut du tubercule porte en outre la tige principale sur laquelle se sont développées deux ou trois feuilles. Entre la tige principale et la feuille F_2 on voit un bourgeon axillaire qui donnera une tige de second ordre Tg_2 (fig. 14, pl. X). Ce bourgeon est entouré à sa base d'une écaille sans faisceaux *Ec* (fig. 14, pl. X). Dans l'aisselle de cette écaille se trouve un second bourgeon, moins développé que le premier, axillaire par rapport à la tige d'ordre 2. En se développant, il donnera une tige d'ordre 3 (Tg_3 fig. 14, pl. X).

Dans l'aisselle de la feuille F_1 on trouve également un petit bourgeon axillaire qui fournira une tige d'ordre 2 (Tg_2 fig. 14, pl. X). Ce bourgeon axillaire de la feuille F_1 est beaucoup moins avancé dans son développement que le bourgeon de même ordre développé dans l'aisselle de la feuille F_2.

D'après ce qui précède, nous voyons que le jeune *Tamus* pourra produire, au début de sa seconde période de végétation, deux tiges de second ordre développées aux dépens des bourgeons axillaires de second ordre des feuilles F_1 et F_2. En outre il pourra donner une tige de troisième ordre insérée sur la tige axillaire de la feuille F_2. La tige axillaire de la feuille F_1 est entourée à sa base d'une écaille dans l'aisselle de laquelle se formera de même un bourgeon de troisième ordre.

Les tiges qui se développent successivement dans le cours de la vie de la plante ont entre elles les mêmes rapports. Une tige d'ordre n avant son élongation, est entourée à sa base d'une écaille dans l'aisselle de laquelle se forme un bourgeon qui fournira une tige d'ordre $(n+1)$. Toutes ces tiges se trouvent insérées à la partie supérieure du tubercule. Elles produisent la ramification aérienne de la plante.

Le tubercule de la plante adulte.

Le tubercule de la plante adulte présente une surface brune ridée, toute craquelée. Ces craquelures délimitent des figures irrégulières (fig. 20, pl. X). A la partie supérieure du tubercule s'insèrent une ou plusieurs tiges aériennes près de la base desquelles on voit souvent des cicatrices laissées par les tiges des années antérieures et des débris des écailles qui entouraient la base de ces tiges. Les racines, nettement endogènes, s'insèrent ça et là sur tout le pourtour du tubercule.

La plupart des tubercules de *Tamus* sont ramifiés. A un certain niveau, le tronc unique du tubercule se continue par deux ou trois digitations qui restent accolées l'une contre l'autre. Ces branches du tubercule sont dues à une lobation du point de végétation primitif. L'une d'elles peut subir un arrêt de développement et ne pas s'allonger autant que les autres.

Une section transversale du tubercule adulte dans sa région moyenne présente l'aspect représenté fig. 19, pl. X. La forme de la section peut être arrondie ou ovale. Les faisceaux sont également répartis dans toute la masse d'un tissu parenchymateux riche en amidon, ils sont cependant un peu plus distants l'un de l'autre dans la région centrale Chacun de ces faisceaux (fig. 15, pl. X) se compose de sept à quinze vaisseaux rayés ou ponctués en arrière desquels se trouve le liber. Ils sont sans trachées, ce sont des faisceaux secondaires.

Les cellules du tissu fondamental intercalé entre les faisceaux présentent, surtout dans la région périphérique, un allongement dans le sens radial. Certaines cellules de ce tissu, très allongées radialement, sécrètent des raphides *Rp* (fig. 19, pl. X).

La surface est occupée par un liège à parois épaissies et ponctuées, de couleur brune, formant deux à six couches

cellulaires *Lg ép* (fig. 18, pl. X). En dessous, on a cinq à six couches de cellules subéreuses régulièrement arrangées en files radiales, dont les parois brunies sont restées minces *Lg* (fig. 18, pl. X). Plus intérieurement se trouve le cambiforme *cbfe* (fig. 18, pl. X), qui produit du liège vers la surface, et vers l'intérieur du tissu fondamental secondaire Tf_2e (fig. 18, pl. X). Certaines cellules de ce tissu, allongées dans le sens tangentiel, secrètent des raphides *cr* (fig. 18, pl. X).— Un cambiforme plus intérieur *cbfi* (fig. 18, pl. X) produit du liège vers l'extérieur *Lgi* (fig. 18, pl. X) et du tissu fondamental secondaire vers l'intérieur Tf_2i (fig. 18, pl. X). Dans ce dernier, qui forme la masse principale du tubercule, se différencient les faisceaux secondaires, comme nous l'avons vu plus haut.

Valeur morphologique du tubercule.

Si l'on essaie de définir la valeur morphologique du tubercule du *Tamus*, on se heurte à des caractères contradictoires qui l'ont fait regarder tour à tour comme une racine ou comme une tige.

Les caractères qui ont été invoqués pour considérer ce tubercule comme une racine modifiée sont :

1° La constitution du point de végétation. Ce point de végétation ne présente pas d'appendices. Il est recouvert par quelques assises de liège que l'on peut comparer à la pilorhize des racines;

2° La surface de l'organe, qui est une assise subéreuse ;

3° Le mode de croissance du tubercule. Cet organe croît de haut en bas, c'est-à-dire qu'il est doué de géotropisme positif. — Ce dernier caractère tiré de la croissance a peu d'importance.

Les caractères précédents ne sont au fond que des caractères négatifs, comme l'absence d'appendices ou des

caractères dus à l'influence du milieu comme la nature subéreuse de la surface de l'organe et son mode d'accroissement. Cette interprétation laisse de côté les caractères fournis par la structure et l'arrangement des masses libéro-ligneuses. L'interprétation qui voit dans le tubercule une racine s'appuie donc exclusivement sur des raisons physiologiques. Ces raisons sont insuffisantes pour établir la nature morphologique du tubercule du *Tamus*.

Les auteurs qui ont regardé ce tubercule comme un rhizome s'appuient sur la structure des faisceaux qu'ils regardent comme des faisceaux primaires unipolaires et sur leur arrangement en zônes vaguement concentriques rappelant l'arrangement des faisceaux dans une tige à faisceaux nombreux. Cette sorte de symétrie résultant de l'arrangement concentrique a peu de valeur tant qu'on n'a pas défini la nature des faisceaux. Or les faisceaux du tubercule du *Tamus* sont des faisceaux secondaires, le tissu dans lequel ils sont plongés est un tissu fondamental d'origine secondaire comme eux-mêmes. L'agencement symétrique des faisceaux n'a donc ici aucune valeur morphologique.

La nature et l'agencement des faisceaux du tubercule ne permettent donc pas de dire que le tubercule soit une tige ou une racine souterraine. D'ailleurs ce rhizome serait sans appendices, ce qui ne pourrait se concevoir que si l'on avait un rhizome formé d'un unique entrenœud très allongé. En outre ce tubercule rhizome n'aurait jamais d'épiderme. Cette seconde interprétation n'est pas plus justifiée que l'interprétation des auteurs qui voient dans cet organe une racine.

Dans l'étude que nous venons de faire du développement du tubercule de *Tamus*, nous avons montré que l'organe jeune résulte de l'accroissement d'une région primaire comprenant les deux premiers entrenœuds de la tige principale et une portion de l'axe hypocotylé. Plus tard cette région devient le siège d'une hypertrophie secondaire

considérable localisée dans sa région superficielle. Il en résulte un renflement qui se place sous la première feuille et qui rejette latéralement la première racine et le bas de l'axe hypocotylé. Cette masse hypertrophiée est vascularisée par des faisceaux secondaires. Mais comme son apparition est très hâtive, au voisinage immédiat des faisceaux propres de l'axe hypocotylé et de la tige principale, on voit encore quelques branches primaires avec trachées caractérisées formant un réseau. Les branches de ce réseau s'insèrent vers le haut sur les divers faisceaux de la tige principale et de l'axe hypocotylé; elles se terminent un peu plus bas en se jetant l'une sur l'autre dans la région centrale de l'organe.

C'est sur ce réseau que viennent s'attacher la plupart des branches secondaires, mais il en est d'autres encore qui s'attachent directement sur les faisceaux de la tige principale et de l'axe hypocotylé. Il suffit que leur formation soit un peu plus tardive pour que le tissu qui y donne naissance soit plus différencié, perde ses caractères de méristème et de procambium pour ne donner que des produits secondaires, c'est-à-dire des cloisonnements plus localisés.

Ce tubercule s'accroît principalement dans sa partie inférieure. Sans former un véritable point de végétation, il y a là une région qui croît plus vite que le reste et qui s'enfonce dans le sol. Cette région inférieure du tubercule s'accroît uniquement par le double système de cambiformes qui permet l'accroissement diamétral du tubercule.

Le tubercule est donc le résultat d'une hypertrophie secondaire localisée surtout dans la région dorsale de l'axe hypocotylé et des deux premiers entrenœuds de la tige principale.

Nous arriverons à cette même conclusion pour le *D. sinuata* dont le tubercule a une forme si particulière, pour le *D. altissima* qui représente une forme beaucoup plus allongée.

La comparaison que nous allons faire avec ces espèces

complètera la démonstration que nous avons tirée ici de la structure et du développement d'une seule espèce.

La constitution d'un organe de l'importance du tubercule du *Tamus* uniquement par des productions secondaires est un fait qui nous paraît très intéressant puisqu'il nous montre combien sont quelquefois délicates les appréciations morphologiques d'organes. On a successivement considéré le tubercule du *Tamus* comme une tige, comme une racine. L'étude précédente nous montre l'inexactitude de ces deux interprétations.

§ 2. — Développement et structure du Tubercule du Dioscorea sinuata.

Stade I.

La très jeune germination de la plante ne présente qu'une feuille dont la base est entourée par la gaîne cotylédonaire (fig. 21, pl. X). La graine ailée est attachée à la jeune plante par le cotylédon qui y reste inclus (fig. 21, pl. X). C'est le premier stade que nous étudierons. Le bord libre de la gaîne cotylédonaire entoure la base de la jeune plante. L'axe hypocotylé est représenté par une région courte arrondie en dessous, sur laquelle s'insèrent trois ou quatre racines. Le tubercule n'est pas encore indiqué.

La première feuille présente à la base de son pétiole trois ou cinq faisceaux; lorsqu'il y a trois faisceaux, ce sont le *médian* M_1 et deux *latéraux* D_1 et G_1; lorsqu'il y en a cinq, les deux faisceaux ajoutés sont intercalés l'un entre M_1 et G_1, l'autre entre M_1 et D_1, je les appelle faisceaux *intermédiaires* et je les désigne par la lettre I accompagnée de la lettre g ou d.

L'un des deux intermédiaires peut manquer. Chacun des faisceaux latéraux peut être représenté par deux branches.

La deuxième feuille présente les mêmes faisceaux que la première.

Description des principales sections transversales de la plante au Stade I.

Les divers niveaux que nous distinguons ci-dessous sont ceux que nous avons choisis pour le *Tamus*.

Niveau I. Section α. — Cette section passe par le fond de l'aisselle de la feuille F_2 (fig. 26, pl. X).

Les feuilles F_1 et F_2 sont diamétralement opposées, mais leur insertion ne se fait pas au même niveau, leur divergence est de 180°. La feuille F_1 a trois faisceaux: G_1, M_1, D_1. La feuille, F_2 en présente quatre: le médian M_2 le latéral gauche G_2 et deux lobes représentant le latéral droit : D_2a, D_2p (fig. 26, pl. X). Les faisceaux de la feuille F_1 sont différenciés en bois et liber. Les faisceaux de la feuille F_2 ont chacun deux ou trois trachées différenciées. La tige principale Tg_1 présente cinq faisceaux au stade procambial (1).

Entre la tige principale et la feuille F_2 on trouve le point de végétation du bourgeon axillaire Tg_2. Cette tige Tg_2 est représentée par un dermatogène entourant une masse méristématique (Tg_2 fig. 26, pl. X).

Section β (fig. 27, pl. X). — La feuille F_2 est coalescente avec la tige principale. Le faisceau $D_2\,a$ s'est réuni au faisceau $D_2\,p$ pour reconstituer le faisceau D_2. Les faisceaux de la tige principale Tg_1 forment deux bandes procambiales continues; la première K, située du côté de G_2, est formée

(1) Nous verrons par l'étude des stades plus avancés que la tige Tg_1 présente normalement à ce niveau six faisceaux ; ici le sixième faisceau n'est pas différencié, peut-être aussi est-il confondu avec un faisceau voisin pour permettre l'intercalation de M_2.

par la réunion de deux faisceaux; l'autre P, plus rapprochée de D_2, comprend les trois autres faisceaux de Tg_1.

Niveau II. Section α (fig. 28, pl. X). — Cette section passe par le fond de l'aisselle de la feuille F_1.

Le fond de l'aisselle de la feuille F_1 est occupé par le point de végétation axillaire Tg_2. Ce point de végétation est représenté simplement par une bande méristématique limitée par un dermatogène. Il est coupé obliquement et adhère à la tige Tg_1 (Tg_2 fig. 28, pl. X). Ce point de végétation est très en retard sur celui qui occupe l'aisselle de la feuille F_2.

Le massif K a donné trois faisceaux : α, β, γ, savoir α entre M_2 et G_2, β et γ à gauche de G_2. Le massif P a donné α' entre M_2 et D_2, β' et γ' à droite de D_2.

Section β (fig. 29, pl. X). — Cette section passe un peu au-dessous de l'aisselle de la feuille F_1.

La feuille F_1 adhère à la tige, sauf sur ses bords.

Le faisceau G_2 reçoit à sa gauche les deux petits faisceaux β et γ.

Le faisceau D_2 reçoit à sa droite les deux faisceaux β' et γ'.

Section γ (fig. 30, pl. X). — Les bords de la feuille F_1 sont encore libres. A droite et à gauche de M_2 on a les deux petits faisceaux α et α'.

Les faisceaux D_1 et G_1 se rapprochent du centre de figure. D_1 va se placer à droite de G_2 et G_1 à gauche de D_2.

Niveau III. — Les sections de ce niveau sont comprises entre l'aisselle de la feuille F_1 et l'insertion de la racine principale, elles comprennent le premier entrenœud de la tige principale et l'axe hypocotylé.

Section α (fig. 31, pl. X). — La feuille D_1 est entièrement réunie à la tige. A ce niveau la section montre huit faisceaux principaux; le médian M_2 de la feuille F_2, les faisceaux α et α' provenant de la tige principale (α' s'est déjà réuni à M_2), les trois faisceaux G_1, M_1, D_1 de la feuille F_1; puis entre M_1 et

G_1, le faisceau D_2; entre D_1 et M_1 le faisceau G_2. On a donc à ce niveau dans le premier entrenœud de la tige principale, six faisceaux provenant des deux premières feuilles, et deux faisceaux provenant de la tige principale.

Sections β (fig. 32 à 34, pl. X).— Les deux petits faisceaux α et α' se réunissent au faisceau M_2 l'un par la droite, l'autre par la gauche.

Sections γ (fig. 35 et 36, pl. X). — Les faisceaux G_2 et D_2 se réunissent à droite et à gauche du faisceau M_1.

Sections δ (fig. 37 et 38, pl. X). — Ces deux coupes intéressent la gaine cotylédonaire, mais passent au-dessus du faisceau du cotylédon qui marche horizontalement, comme on peut s'en rendre compte par la fig. 21, pl. X. Nous sommes à la base du premier entrenœud de la tige principale.

L'axe hypocotylé possède quatre massifs vasculaires que l'on peut appeler, en les désignant par le faisceau principal entrant dans chacun d'eux : M_2, M_1, G_1, D_1.

Sections ε (fig. 39 et 40, pl. X). — Les faisceaux D_1 et G_1 se réunissent au faisceau M_1 de façon à former un arc libéro-ligneux. Le faisceau M_2 se rapproche déjà du bord droit de cet arc.

Le faisceau cotylédonaire (φc) est coupé obliquement à ce niveau.

Niveau IV. — Ce niveau comprend l'insertion de la racine principale.

Sections α (fig. 41 et 42, pl. X). — M_2 se réunit au bord droit de l'arc libéro-ligneux. Le faisceau cotylédonaire se rapproche du centre de figure. On voit s'insérer sur l'arc libéro-ligneux, au point occupé plus haut par le faisceau M_1 un pôle ligneux π_1 représenté par quelques trachées: c'est l'un des pôles de la racine principale.

Au niveau de la section fig. 42, le liber se tranforme, il est représenté par une bande de grands éléments tous

semblables de section beaucoup plus large que celle des éléments libériens moyens de la tige au niveau précédent. Le bois est représenté par des éléments diaphragmatiques.

Section β (fig. 42, pl. X). — Le faisceau cotylédonaire se joint à l'arc libéro-ligneux de l'axe hypocotylé qui forme ainsi une couronne. Entre les deux moitiés du faisceau cotylédonaire s'insère le second pôle π_2 de la racine principale, diamétralement opposé au premier. Le faisceau de la racine principale a donc deux pôles, insérés l'un sur le faisceau médian M_1, l'autre sur le faisceau cotylédonaire.

En résumé, la tige du *D. sinuata,* dans la partie supérieure du premier entrenœud de la tige principale (fig. 31, pl. X) présente huit faisceaux distincts dont quatre sont des faisceaux sortants dans les feuilles F_1 et F_2. Cette tige se réduit graduellement vers le bas. Tout d'abord le médian M_2 se réunit aux deux faisceaux voisins α et α'. Le médian M_1 se comporte de même. Le nombre des masses libéro-ligneuses se réduit à quatre dont deux sont les faisceaux latéraux de la feuille F_1 (D_1 et G_1 fig. 38, pl. X). Plus bas les deux faisceaux D_1 et G_1 se réunissent latéralement à la masse M_1. Sur le bord droit de l'arc ainsi formé vient s'accoler la masse M_2, de sorte que la section (fig. 41, pl. X) de l'axe hypocotylé montre un arc libéro-ligneux ouvert du côté du cotylédon. Un pôle de la première racine s'insère sur le milieu de cet arc, puis le second pôle s'insère sur le faisceau cotylédonaire bilobé qui vient compléter la couronne libéro-ligneuse.

En somme le système des faisceaux de la tige se réduit vers le bas à quatre masses libéro-ligneuses. Ces quatre masses elles-mêmes s'anastomosent latéralement dans l'axe hypocotylé.

Le système libéro-lignenx de l'axe hypocotylé n'est donc représenté que par une couronne très réduite sur laquelle s'insèrent les deux pôles du faisceau de la première racine, en deux points diamétralement opposés. Comme c'est le cas

ordinaire, la première racine insère ses pôles sur les faisceaux dont la différenciation est la plus hâtive, c'est-à-dire le faisceau cotylédonaire et le médian de la feuille F_1.

Remarquons que la région la plus renflée de la plante correspond, à ce stade, au premier entrenœud de la tige principale. Ce renflement est la première indication du tubercule.

Stade II.

Si l'on compare à ce premier état une plante un peu plus développée (fig. 22, pl. X), on voit que la région renflée qui représente le tubercule est plus étendue. Ce renflement s'est étendue sous la première feuille, en rejetant du côté opposé à cette première feuille, la gaîne cotylédonaire et l'axe hypocotylé. Ces faits se voient bien dans les fig. 22 et 23, pl. X, qui représentent deux stades successifs du développement de la jeune plante. Au stade représenté fig. 23, la seconde feuille commence à s'allonger.

Les fig. 24 et 25, pl. X, représentent de jeunes plantes dont les deux premières feuilles sont complétement développées, et dont la tige, encore très petite au stade représenté fig. 24, a atteint, au stade de la fig. 25, une longueur égale à celle des pétioles des deux premières feuilles. Le troisième entrenœud de la tige, compris entre les feuilles F_2 et F_3 est très long, il atteint presque à lui seul la longueur du pétiole de la feuille F_1. L'entrenœud 4 et la feuille F_4 qui le surmonte sont incomplètement développés. Le tubercule à ce stade a sa forme aplatie caractéristique. La face sur laquelle est attaché le cotylédon reçoit aussi l'insertion des racines : cette face est plane ou légèrement concave. Nous l'appellerons *face ventrale*. La face opposée, en continuité avec le pétiole de la première feuille, est rugueuse, et convexe, c'est la *face dorsale*. Le tubercule est vu par cette face dorsale dans la fig. 25, pl. X.

Nous étudierons comme stade plus avancé de la jeune plante un spécimen tel que celui qui est représenté fig. 25 pl. X. Le tubercule y est bien caractérisé.

Description des principales sections transversales de la jeune plante au Stade II.

Les niveaux décrits sont les mêmes que ceux que nous avons distingués au Stade I.

Niveau I. — Ce niveau comprend les sections fig. 1 à 5, pl. XI.

En comparant la section la plus élevée dans ce niveau (fig. 1, pl. XI) à la même section du Stade I, nous trouvons dans l'aisselle de la feuille F_2 une écaille sans faisceau Ec qui représente la première écaille de son bourgeon axillaire (1), et la portion tout à fait supérieure de deux tiges (Tg_2 et Tg_3) qui sont des tiges de deuxième et de troisième ordre.

Comme au Stade I, la feuille F_2 est coupée dans sa gaîne, la partie gauche de cette gaîne tenant encore à la tige. La feuille F_1 est coupée dans son pétiole. La région d'insertion de la feuille F_2, son aisselle et la tige principale se sont allongées au-dessus de la feuille F_1, c'est pour cela que F_1 est coupée à ce stade II à un niveau plus élevé qu'au stade I. Quant à F_2 nous la coupons bien au niveau de la section α du stade I puisqu'elle tient encore à la tige principale (fig. 1, pl. XI).

---

(1) Les bourgeons qui se développent sur le tubercule chez les Dioscorées sont toujours enfermés dans une écaille sans faisceau ou pourvue d'un très petit faisceau. Cette écaille représente la première feuille du bourgeon. Entre la région dorsale de cette écaille et la tige axillaire qu'elle embrasse, on trouve un second bourgeon axillaire qui lui-même sera enfermé dans une écaille. Un bourgeon d'ordre plus élevé se développera dans l'aisselle de cette dernière écaille, et ainsi de suite. On peut avoir de la sorte trois tiges d'ordres différents, toutes prêtes à se développer en tiges aériennes, mais d'autant moins avancées dans leur développement qu'elles sont d'ordre plus élevé.

La feuille F_1 a cinq faisceaux : M_1 le médian, deux latéraux D_1 et G_1, deux intermédiaires Id_1 et Ig_1. La feuille F_2 n'a pas de faisceaux intermédiaires. La tige Tg_1 a six faisceaux avec bois et liber différenciés, nous appellerons ces petits faisceaux α, β, α', β', γ', δ. Ces notations sont celles que nous avons employées au stade I pour les faisceaux homologues de cette même tige. Le faisceau δ n'était pas représenté au stade I. Quant au faisceau γ, il se forme à un niveau inférieur aux dépens de β.

Entre le niveau de la section α et celui de la section β du stade I, nous trouvons au stade II quatre sections que nous désignerons par α', α'', α''', α^{IV} (fig. 2, 3, 4 et 5, pl. XI). Dans ces sections, la feuille F_1 est coupée dans sa gaîne. Elle est encore libre dans la section α', elle se réunit graduellement à la tige Tg_1 dans les sections suivantes. Les faisceaux de la feuille F_2 sont encore indépendants, mais se rapprochent du système des faisceaux de la tige principale. Les faisceaux de la tige principale sont également indépendants.

La feuille F_1 a cinq faisceaux, la feuille F_2 trois faisceaux. Les tiges Tg_2 et Tg_3 ont chacune six faisceaux au stade procambial. Entre Tg_2 et la tige principale on trouve au niveau de la section α' (fig. 2, pl. XI) une tige Tg_4 dont les faisceaux sont à peine différenciés comme masses procambiales définies.

Chez le *Tamus communis*, on ne trouve à ce niveau que deux tiges axillaires dont la plus jeune (Tg_3) doit être considérée comme un bourgeon axillaire de l'autre (Tg_2). La tige Tg_3 a ici la même valeur, elle est axillaire par rapport à Tg_2. Quant à la troisième tige Tg_4 (fig. 2, pl. XI) on voit ses faisceaux (fig. 3, pl. XI) s'insérer sur ceux de Tg_3. On doit donc admettre que ces trois tiges placées dans l'aisselle de la feuille F_2 sont des bourgeons axillaires d'ordres différents. Tg_2 est de second ordre ou axillaire par rapport à Tg_1, Tg_3 est de second ordre par rapport à Tg_2, et ainsi de suite.

L'insertion des faisceaux de Tg_4 sur Tg_3 se fait comme nous

venons de le voir au niveau de la section fig. 3, pl. XI. Les faisceaux de Tg_3 s'attachent sur Tg_2 au niveau de la section α''' (fig. 4, pl. XI). Ceux de Tg_2 s'insèrent en partie sur les faisceaux de la feuille F_2, en partie sur la tige principale.

Au niveau de la section α^{IV} (fig. 5, pl. XI) on voit entre le système des faisceaux de la tige principale et les faisceaux de la feuille F_2, un certain nombre de petits faisceaux procambiaux primaires qui représentent les faisceaux des tiges axillaires de F_2. Ces faisceaux s'insèrent plus bas sur D_2, G_2, M_2 et sur les faisceaux α', δ, α de la tige principale. C'est le mode ordinaire d'insertion des bourgeons axillaires sur la tige des Dioscorées et des Taccacées.

Il n'y a pas encore de faisceaux périphériques dépendant du tubercule à ce niveau.

Voyons maintenant quelle est dans la série des sections du stade II celle qui correspond à notre section β (niveau I) du stade I. Cette section β (fig. 27, pl. X) est caractérisée par les deux bandes que forment en s'anastomosant momentanément les faisceaux de la tige principale (K et P fig. 27, pl. X). Notons de plus que cette section se trouve encore au-dessus de l'aisselle de la feuille F_1, par conséquent dans le deuxième entrenœud. Or, au stade II, nous trouvons l'anastomose des faisceaux de Tg_1 au niveau des sections fig. 6, 7 et 8, pl. XI, et le fond de l'aisselle de la feuille F_1 est rencontré au niveau de la section fig. 7. Nous aurions donc à ce stade II anastomose des faisceaux de Tg_1 au niveau même du fond de l'aisselle de F_1, tandis que cette anastomose s'était produite au stade I au-dessus de l'aisselle. Ce n'est là qu'une légère variante sans importance.

Sous cette réserve, comme nous nous servons surtout du niveau de l'aisselle pour déterminer notre niveau II, nous pourrons ranger nos sections 6 à 8, pl. XI du stade II, dans le niveau II.

Niveau II. — Ce niveau correspond au fond de l'aisselle

de la feuille F_1. — Cette région est caractérisée par une anastomose des faisceaux de la tige principale, par la mise en rapport des faisceaux de la feuille F_2 avec les faisceaux de cette tige et leur intercalation parmi ces faisceaux, en même temps que par une concrescence de plus en plus complète de la gaîne de la feuille F_1 avec la tige principale. Ce niveau comprend les trois sections fig. 6, 7 et 8, pl. XI.

Au fond de l'aisselle de la feuille F_1 on ne trouve rien à ce stade II qui puisse représenter le bourgeon axillaire de cette feuille. Nous avons vu qu'au stade I (fig. 28, pl. X), ce bourgeon n'était indiqué que par une plage méristématique recouverte par un dermatogène. Comme la tige axillaire de F_1 ne se forme pas, il est probable que le méristème et le dermatogène passent, parfois au moins, à l'état de tissu fondamental et d'épiderme ; c'est pourquoi nous ne les distinguons plus.

Le système des faisceaux des tiges axillaires de F_2 est représenté par un double système de branches, les externes coupées transversalement, les internes coupées obliquement et venant se jeter sur les branches externes (fig. 6, pl. XI). Ces branches externes s'attachent sur les faisceaux de la feuille F_2 (fig. 6 et 7). Deux d'entre elles plus fortes que les autres, situées de part et d'autre de M_2, viennent s'insérer l'une sur le groupe P, l'autre sur le groupe K (fig. 7, pl. XI). Le groupe P répond à la réunion des faisceaux δ, α' et β, le groupe K répondant à la réunion des faisceaux α et β. Le faisceau γ' reste plus longtemps indépendant. La mise en rapport des faisceaux α, β, α', β', γ' du stade précédent est donc ici très prolongée, cette région est devenue plus grande.

A ce niveau nous voyons apparaître les premiers faisceaux périphériques p (fig. 7 et 8, pl. XI), ce sont de petits cordons compris entre D_2 et G_1, qui sont attachés sur le réseau d'insertion des tiges axillaires de F_2.

Niveau III. — Ce niveau s'étend de l'aisselle de la feuille F_1 à l'insertion de la racine principale. Il comprend donc le

premier entrenœud de la tige principale et l'axe hypocotylé. Comme les coupes qui rentrent dans ce niveau à ce stade sont assez nombreuses, nous pourrons distinguer comme pour *Tamus* le niveau III *a* qui correspondra au premier entrenœud de la tige principale, et un second niveau III *b* correspondant à l'axe hypocotylé.

Niveau III a.— Premier entrenœud de la tige principale. Cette région comprend les sections fig. 9 à 11, pl. XI.

Les faisceaux de la tige principale redeviennent distincts, ils forment un cercle plus large, dans lequel sont entrés M_2, D_2, G_2. Ce cercle intérieur comprend (fig. 9, pl. XI) les faisceaux γ, β, (1) G_2, α, M_2, α', D_2, β', γ'. Les cinq faisceaux de la feuille F_1 sont situés en dehors de ce cercle du côté de la face dorsale, D_1 se rapprochant beaucoup du système des des faisceaux de la tige principale. Sur les faisceaux γ et β s'attache une branche qui sert d'insertion aux faisceaux périphériques du secteur compris entre D_1 et M_1.

Section fig. 10, pl. XI. — Le faisceau β qui a fourni sur sa gauche le faisceau γ se jette sur G_2 en même temps que β' se réunit à D_2. Le cercle des faisceaux intérieurs comprend donc deux faisceaux en moins. Une branche qui sert à l'insertion de faisceaux périphériques s'est séparée de β' ($\beta' p$ fig. 10, pl. XI), une autre se sépare de même de la masse $\gamma\beta$ au moment où β se réunit à G_2. Le faisceau γ' reçoit également l'amorce de faisceaux périphériques se rendant dans la partie gauche de la région dorsale. Dans les secteurs $M_2 D_2$ et M_2 G_2 nous trouvons également des lobes de faisceaux séparés des faisceaux du cercle interne qui mettent en rapport les faisceaux périphériques avec les faisceaux primaires.

Section fig. 11, pl. XI. — A ce niveau les faisceaux de la tige principale qui sont encore distincts, c'est-à-dire α', β', γ', α, γ se réunissent aux faisceaux latéraux de la feuille F_2. La

(1) Les faisceaux γ et β sont encore confondus.

région anastomotique très courte au stade I (fig. 31. 32. pl. X) reste ici également courte, seulement les différentes parties du système vasculaire, plus distantes les unes des autres, sont plus visibles, d'où l'apparence d'une grande anastomose à ce niveau. Nous conserverons à chaque massif anastomotique la désignation de la masse la plus importante entrant dans sa constitution. Le faisceau M_2 est encore indépendant. G_2 est uni par son bord gauche à β et à γ, par son bord droit au faisceau α. D_2 est uni par son bord droit à β' et à γ', par son bord gauche au faisceau α'. Deux branches principales placées entre M_1 et les faisceaux de Tg_1 recueillent l'insertion des faisceaux périphériques de la région dorsale. Des branches qui vont former des faisceaux périphériques passent entre M_1 et les intermédiaires Id_1, Ig_1, puis entre ces derniers et les faisceaux G_1 et D_1.

On voit en *gc* la gaîne cotylédonaire coupée au-dessus du faisceau cotylédonaire, toujours pour cette même raison que le cotylédon est horizontal.

A partir de ce niveau, l'élargissement de l'organe est dû au cloisonnement d'un cambiforme établi à la périphérie du tissu fondamental interne. Ce cambiforme fonctionne ici, comme dans le tubercule du *Tamus*, en produisant du tissu fondamental secondaire vers l'intérieur. Il est très actif sur la face dorsale, tandis qu'il est très peu développé sur la face ventrale.

Niveau III b.— Ce niveau correspond à l'axe hypocotylé. Au stade I ce niveau comprenait les sections fig. 35 à 40. pl. X. Au stade II on doit placer dans ce niveau les sections fig. 12 à 19, pl. XI.

Ce niveau est caractérisé par l'entrée des faisceaux de la feuille F_1 dans le cercle intérieur.

Nous avons vu qu'au niveau de la section fig 11, pl. XI, le faisceau G_2 s'était réuni à α', β', γ', le faisseau D_2 s'était réuni à α, β, γ. Seuls les faisceaux α et α' redeviennent distincts. Nous les retrouvons dans la première moitié de l'axe hypocotylé jusqu'au niveau de la fig. 15, pl. XI.

Nous reconnaissons les mêmes masses principales M_1, G_1, D_1. Au niveau de la section fig. 14, pl. XI, le faisceau intermédiaire droit Id_1 se réunit à G_2. De même au niveau de la section fig. 15, pl. XI, le faisceau Ig_1 se réunit à D_2.

Le faisceau cotylédonaire est coupé obliquement au niveau de la section fig. 13, il se lobe et ne se réunit au système des faisceaux de l'axe hypocotylé qu'au niveau de la fig. 19, pl. XI.

Entre le faisceau M_1 et la face dorsale nous avons un système de faisceaux périphériques disposés sur un rang ; il y a bien quelques branches plus intérieures, mais ce sont simplement des ramifications de ces mêmes faisceaux. A droite et à gauche, nous avons également des faisceaux périphériques sur un ou deux rangs. Ces faisceaux sont secondaires. Certains de ces faisceaux s'attachent sur M_2, ils sont compris entre le faisceau cotylédonaire et M_2 (fig. 15 à 18, pl. XI). Il y a donc eu un accroissement intercalaire assez considérable à ce niveau.

La distribution des faisceaux périphériques montre que l'accroissement a porté principalement sur la face dorsale du premier entrenœud de Tg_1 et de l'axe hypocotylé.

On voit sur la section fig. 19, pl. XI que le faisceau M_1 reste plus longtemps indépendant que dans le premier stade, mais cela tient surtout à la courbure des parties. Les masses D_1 et G_1 se rattachent ici au faisceau cotylédonaire avant de se rattacher à M_1, mais cette réunion s'opèrera tout de même un peu plus bas. De même c'est le pôle de la racine correspondant au cotylédon qui sera d'abord rencontré, le pôle correspondant au faisceau M_1, n'apparaissant qu'au niveau de la section fig. 22, pl. XI. Sous la réserve de cette petite variante, la terminaison de l'axe hypocotylé et ses rapports avec la première racine sont bien ceux que nous avons trouvés au stade I.

Le tubercule est tout entier pendu du côté de la face dorsale, ses faisceaux sont sur plusieurs rangs, ceux du haut de nos figures qui correspondent à la partie dorsale forment de un à trois arcs, il pourra s'en ajouter d'autres, car c'est par cette région que le tubercule s'accroît.

Les faisceaux de la face ventrale sont disposés sur un seul rang. Cette disposition est particulièrement visible sur les fig. 23 et 24, pl. XI, au moment où la racine principale devient complètement indépendante du tubercule. Les faisceaux de la face ventrale à ce niveau se jettent les uns sur les autres en formant un réseau horizontal.

Au-dessous du niveau de la fig. 22, pl. XI, aucun des faisceaux du tubercule ne présente de trachées. On peut distinguer parmi ces faisceaux : 1° ceux qui sont disposés en une rangée le long de la face ventrale ; 2° ceux qui sont disposés sur plusieurs arcs irréguliers, plus ou moins parallèles à la face dorsale. Les faisceaux de la face ventrale ont leur liber situé vers l'extérieur. Ceux de la face dorsale ont aussi leur liber tourné vers cette face. Les faisceaux de la face ventrale contractent de fréquents rapports avec les autres faisceaux ; nous en avons des exemples en *k* et *k'* (fig. 24, pl. XI). Nous avons vu plus haut les rapports de ces faisceaux avec ceux de la tige et de l'axe hypocotylé.

La distribution des faisceaux dans le tubercule du *D. sinuata* est telle que cet organe ne présente qu'une seule surface de symétrie divisant chacune des faces dorsale et ventrale en deux moitiés et coïncidant avec les surfaces de symétrie des deux premières feuilles. La trace de cette surface est indiquée sur la fig. 24, pl. XI (*S S'*).

En résumé le stade II diffère du stade I :

1° par le développement des tiges axillaires de la feuille F_2;

2° par la production de faisceaux périphériques secondaires insérés sur les faisceaux du premier entrenœud de la tige principale et de l'axe hypocotylé;

3° par la production d'une zône d'accroissement qui fournit du tissu fondamental secondaire. Dans celui-ci se différencient les faisceaux périphériques secondaires;

4° par la formation du tubercule qui apparaît comme un organe attaché du côté de la face dorsale de la jeune plante.

Les faisceaux, d'origine secondaire, sont mis en rapport avec les faisceaux primaires du premier entrenœud de la tige principale et de l'axe hypocotylé.

Le tubercule à la fin de la première période de végétation.

Après le stade représenté fig. 25, pl. X, le tubercule s'élargit dans sa région inférieure par l'action d'une région de croissance marginale; mais au lieu de continuer à s'enfoncer dans le sol, sa portion marginale se relève et s'étend horizontalement. Le tubercule a généralement une forme cordée (fig. 2, 3 et 4, pl. XII); cette forme provient de ce que la zône de croissance n'est pas représentée sur tout le pourtour du petit tubercule, mais uniquement sur la limite de séparation des faces dorsale et ventrale. Le sinus correspond à la région de la face ventrale où vient se terminer l'axe hypocotylé, on y trouve toujours la première racine, et un peu plus haut l'insertion du cotylédon.

Parfois les bords du sinus arrivent au contact, et par la suite se greffent l'un sur l'autre de sorte que le tubercule prend la forme d'un disque plus ou moins régulier. Les tiges aériennes s'insèrent toujours sur le tubercule sur une proéminence qui coïncide avec le début de la formation du tubercule et la base de la tige principale.

Le tubercule de la plante adulte.

Si l'on fait une section radiale de la zône marginale (fig. 26, pl. XI) on voit un liège superficiel *Ly* formé de trois à cinq couches de grandes cellules à parois minces. En dessous on trouve un tissu (*tc* fig. 26, pl. I) formé d'une dizaine de couches de cellules dont un certain nombre sécrètent des raphides *cr*. Ces cellules se cloisonnent, mais leurs dimensions sont toujours plus grandes que celles des cellules de la zône sous-jacente *z c* (fig. 26, pl. XI). C'est

cette dernière qui joue le rôle principal dans l'accroissement en largeur du tubercule. Les faisceaux viennent se terminer en pointe libre dans le voisinage de ce tissu. On ne voit pas se différencier de trachées dans ces faisceaux.

On peut se rendre compte de la marche des faisceaux dans le tubercule adulte en pratiquant des sections radiales et des sections perpendiculaires au rayon. Les premières montrent (fig. 25, pl. XI) que les faisceaux se dirigent à peu près radialement du centre vers la périphérie, les secondes confirment cette observation. elles coupent les faisceaux transversalement. Sur la fig. 1, pl. XII, qui représente une portion d'une de ces sections, on voit la rangée unique des faisceaux de la face ventrale *fa* (fig. 1, pl. XII) et les faisceaux de la face dorsale répartis dans toute l'épaisseur du tubercule. En *k* on voit la mise en rapport de certains faisceaux de la face ventrale avec des faisceaux dorsaux. Les faisceaux de la face ventrale sont serrés l'un contre l'autre, ils contractent de fréquents rapports entre eux latéralement. C'est sur eux que se fait l'insertion des nombreuses racines qui sortent de la face ventrale (fig. 5 et 6, pl. XII). Le bois de ces faisceaux *fa* (fig. 29. pl. XI) est formé d'éléments ligneux larges et courts, sans trachées : le liber se compose d'éléments étroits tous semblables entre eux. On trouve parfois des éléments ligneux sur la face externe du liber *B* (fig. 29, pl. XI), cela tient sans doute à ce que l'on a affaire à une région fréquemment troublée par l'insertion des racines.

La région superficielle de la face ventrale est formée par deux ou trois couches d'un liège à parois minces *Lg* (fig. 29, pl. XI), qui recouvre un liège dont les cellules sont fortement épaissies *Lge* (fig. 29, pl. XI). Sous ce liège se trouve un cambiforme *cbfe* (fig. 29, pl. XI). Entre ce cambiforme et les faisceaux s'étend un tissu formé de quinze à vingt couches de cellules à parois minces.

Sur la face dorsale, on a de même un liège superficiel à parois minces *Lg* (fig. 28, pl. XI) ayant, suivant les régions,

cinq à dix couches superposées. Au-dessous se trouve un liège à parois épaissies composé de deux à quatre couches *Lge* (fig. 28, pl. XI). Sous ce liège se trouve le cambiforme qui l'a produit et qui continue à se cloisonner lentement (*cbfe*). Une couche épaisse de tissu fondamental sépare ce cambiforme externe du cambiforme interne *cbfi*. Celui-ci produit surtout du tissu fondamental secondaire Tf_2. Dans ce tissu, certains groupes de cellules se recloisonnent pour former des faisceaux secondaires (f_2 même fig. et fig. 27, pl. XI).

Les écailles ou plaquettes de la face dorsale sont formés par le liège superficiel à parois minces ; ces éléments subérifiés de bonne heure ne peuvent pas suivre l'accroissement des parties sous-jacentes ; la surface subéreuse se divise par des fentes plus ou moins profondes en écailles de taille variable.

Lorsque le tubercule reprend sa croissance au commencement de la seconde année, la région de croissance marginale peut être interrompu, le bord du tubercule est alors lobé. Lorsque la croissance se continue régulièrement sur tout le pourtour du tubercule, celui-ci reste entier. On peut généralement reconnaître, sur la surface ventrale du tubercule, les zônes concentriques déprimées qui marquent les séparations entre les régions formées durant les années successives (fig. 5, pl. XII, tubercule de trois ans).

La forme du tubercule peut être modifiée encore par la production de nouveaux segments sur le bord du sinus (fig. 6, pl. XII). On voit de la sorte s'ajouter au tubercule primitif lors de la seconde ou de la troisième année un nouveau tubercule semblable par la forme au tubercule primitif.

Dans les tubercules de deux ou trois ans ou plus âgés encore la face dorsale peut devenir concave, tandis que la face ventrale devient convexe. Le tubercule a dans ce cas la forme d'un disque à bord relevé.

Valeur morphologique du Tubercule. — Comparaison avec celui du Tamus communis L.

Le tubercule de *D. sinuata* comme celui du *Tamus* résulte de l'hypertrophie des deux premiers entrenœuds de la tige principale et de l'axe hypocotylé. Cette hypertrophie est déterminée par un double cambiforme, le premier ne donnant que le tissu superficiel, le second donnant la masse de tissu secondaire dans laquelle apparaissent les faisceaux. Le cambiforme interne n'entoure pas complètement le tubercule, il ne s'étend que sur la face dorsale.

Le tubercule du *D. sinuata* se formant plus tardivement que celui du *Tamus*, tous les faisceaux sont secondaires. Ils forment un réseau dont les branches initiales viennent s'insérer sur les faisceaux de la tige principale et de l'axe hypocotylé.

Cette hypertrophie a surtout pour effet d'élargir la surface dorsale. Il en résulte une sorte de lame épaisse presque verticale qui rejette horizontalement la terminaison de l'axe hypocotylé et la première racine. Mais peu à peu l'accroissement se localisant dans le bas et sur le côté externe, le tubercule s'étale horizontalement et prend cette disposition en demi-cône à base épâtée qui donne à cet organe un faciès si particulier.

Dans l'échancrure qui marque le sommet de la face ventrale, on trouvera toujours l'insertion du cotylédon, la terminaison de l'axe hypocotylé et le reste de la première racine.

Le liège de la surface est produit par un cambiforme superficiel qui entoure complètement le tubercule et qui est plus actif du côté de la face dorsale.

Dans le tubercule adulte, les faisceaux, par suite même du mode de développement, se dirigent de la région centrale, où se fait l'insertion des tiges aériennes, vers la périphérie. Pour obtenir des sections transversales de ces faisceaux, il

faut diriger ces coupes normalement au rayon. Ces coupes sont verticales. On voit sur les préparations ainsi obtenues que les faisceaux forment une rangée ventrale et plusieurs rangées dorsales. Les faisceaux de la rangée ventrale sont fréquemment reliés latéralement entre eux, et avec les faisceaux dorsaux les plus importants. C'est sur les faisceaux de la face ventrale que s'insèrent les racines exclusivement localisées sur cette face. Les faisceaux dorsaux sont les plus nombreux, ils forment plusieurs rangs irréguliers. Les plus rapprochés de la face dorsale sont les moins avancés dans leur différenciation.

Les tiges successives qui apparaissent à la partie supérieure du tubercule sont des tiges d'ordre de plus en plus élevé, axillaires l'une par rapport à l'autre.

Le tubercule du *D. sinuata* reproduit donc le tubercule du *Tamus*, mais en différenciant fortement les deux faces. La face ventrale reste appliquée contre le sol et porte seule les racines, elle ne présente qu'un rang de faisceaux et un liège très faible. La face dorsale s'élargit beaucoup tout en restant également horizontale dans sa partie inférieure, et émergeant du sol dans les cultures. Les faisceaux qui sont orientés par rapport à cette face forment plusieurs rangs.

Avec une forme allongée nous allons retrouver les mêmes caractères chez *D. altissima*. Toutefois, la formation du tubercule étant plus tardive encore, ses caractères de formation secondaire sont plus accentués. Chez *D. altissima* l'organe prend une forme élancée qui réduit beaucoup sa face ventrale. Nous aurons de plus l'avantage de voir dans cette nouvelle espèce les massifs libéro-ligneux de l'axe hypocotylé et de la tige principale encore plus spécialisés que chez le *D. sinuata*. L'étude du *D. altissima* contrôlera donc celle du tubercule du *D. sinuata*.

§ 3. — Développement et structure du tubercule du Dioscorea altissima.

Avec une apparence très différente de celle du tubercule du *D. sinuata*, le tubercule du *D. altissima* présente une organisation presque identique. Ce tubercule, au lieu de s'étaler en s'élargisant comme dans la première espèce, pénètre verticalement dans le sol, d'où l'apparence d'un cylindre aplati d'un côté. Cette région aplatie est la face ventrale réduite, elle présente seule des racines. Le tubercule reste donc nettement bifacial comme celui du *D. sinuata*.

N'ayant eu à ma disposition qu'un très petit nombre de graines de cette espèce, je n'ai pu analyser que quelques états de développement assez espacés l'un de l'autre. Ils suffisent cependant pour montrer les profondes analogies des tubercules de *D. altissima* et de *D. sinuata*.

Stade I.

Les fig. 7 et 8, pl. XII, représentent deux stades du développement de la jeune plante.

Dans le stade représenté fig. 7, pl. XII, la plante se compose d'un axe hypocotylé excessivement court, de deux feuilles inégalement développées (F_1 et F_2) paraissant insérées presque au même niveau et d'une tige dressée placée entre les deux feuilles (Ty_1 fig. 7, pl. XII). Un certain nombre de racines grêles s'insèrent dans la région inférieure de l'axe hypocotylé. La graine est attachée du côté opposé à la première feuille, exactement sous la feuille F_2. Chacune des feuilles F_1 et F_2 présente une gaîne large, embrassante, à laquelle fait suite un pétiole dressé. Le limbe de la feuille

F_1 est complètement développé. Celui de la feuille F_2 est encore très petit, ses deux moitiés droite et gauche sont appliquées l'une contre l'autre par leur face antérieure. Le premier et le second entrenœuds de la tige principale sont très courts; le troisième entrenœud, encore en voie d'élongation, atteint une longueur d'environ deux centimètres. Il porte à son extrémité supérieure la troisième feuille F_3 très petite dont le sommet est replié vers le bas.

La formation du tubercule du *D. altissima* est encore plus tardive que celle du tubercule du *D. sinuata*. Chez cette dernière espèce en effet, le tubercule ne commence à se développer qu'au moment où la seconde feuille se forme, tandis que chez *D. altissima*, au stade représenté fig. 7, pl. XII, c'est-à-dire alors que la première feuille est complètement développée et que le pétiole de la seconde feuille et le troisième entrenœud de la tige principale ont atteint deux à trois centimètres de long, le tubercule est à peine indiqué par un léger renflement de la base du premier entrenœud.

Au stade représenté fig. 3, pl. XII, le tubercule se montre comme un renflement en forme de calotte sphérique, dont la partie bombée se trouve sous la première feuille. Cette feuille F_1 est plus grande qu'au stade précédent. La feuille F_2 est réduite à sa gaîne. Cette réduction de la feuille F_2 à sa gaîne n'est qu'une particularité individuelle. Je l'ai cependant observée chez plusieurs plantes de cette espèce. Nous savons que cette réduction est l'état normal de la feuille F_2 chez *D. Kita* et *D. quinqueloba*.

La structure du *D. altissima* étant presque la reproduction de celle du *D. sinuata*, il nous suffira de décrire, comparativement au *D. sinuata*, les principales sections obtenues dans deux stades du *D. altissima*.

Description des principales sections transversales d'une jeune plante parvenue au Stade I.

La plante étudiée est représentée en $\frac{1}{2}$ grandeur naturelle

fig. 7, pl. XII). Par suite du développement précoce des bourgeons axillaires de la feuille F_2, le bas de cette feuille est rejeté vers le dehors et prend une direction très oblique. De la sorte la gaîne fait avec le pétiole un angle de 120° (fig. 7, pl. XII). Le fond de l'aisselle de la feuille F_2 est enfoncé vers le bas, aussi dans une série de coupes horizontales successives, l'aisselle de la feuille F_2 est-elle rencontrée à un niveau inférieur à celui de la feuille F_1.

Ce stade du *Dioscorea altissima* est plus avancé que le stade I du *D. sinuata*. Il se rapproche davantage du stade II de cette plante par l'allongement du troisième entrenœud de la tige principale. Mais comme la formation du tubercule est ici plus tardive, cet organe n'est pas encore visible extérieurement. En fait il n'est indiqué que par quelques amorces procambiales insérées sur les faisceaux de la tige principale.

Niveau I (1) Section α (fig. 11 pl. XII). — Bien que cette coupe passe sous le fond de l'aisselle de la feuille F_1, elle correspond exactement à la section fig. 3, pl. XI du *D. sinuata* (section α'' du niveau I). Cette section montre les six faisceaux de la tige principale encore isolés. Les faisceaux de la feuille F_1 n'ont pas encore pénétré dans la tige. Ceux de F_2, les latéraux en particulier, se rapprochent du centre de figure. Dans l'aisselle de F_2 on voit l'indication de deux tiges axillaires. Nous retrouvons ces mêmes caractères chez le *D. altissima* au niveau de la section fig. 11, pl. XII.

La feuille F_1 a ses bords libres. Elle présente trois faisceaux. L'étude des sections pratiquées un peu au-dessus de celle qui nous occupe, montre que le bourgeon axillaire de cette feuille F_1 n'est pas représenté. C'est là encore un caractère que nous avons trouvé chez *D. sinuata*.

---

(1) L'abaissement du fond de l'aisselle de la feuille F_2 nous empêche de prendre pour point de repère le fond de l'aisselle des deux premières feuilles. Nous établirons les niveaux dans cet exemple en comparant les sections avec celles du Stade II du *D. sinuata*.

La feuille F_2 adhère à la tige par ses bords. Ceux-ci sont recouverts par ceux de la feuille F_1.

La tige principale Tg_1 présente six faisceaux α, β, γ', β', α', δ (1). Ils offrent dans leur région antérieure quelques trachées différenciées. Entre cette tige Tg_1 et la région médiane de la feuille F_2, c'est-à-dire dans l'aisselle de la feuille F_2, on voit une écaille sans faisceaux Ec_1 (fig. 11, pl. XII) qui abrite une tige Tg_2 encore peu développée. Cette tige Tg_2 est représentée par un méristème recouvert d'un dermatogène. A la base de cette tige Tg_2, se trouve une écaille sans faisceaux (Ec_2) qui abrite un bourgeon de tige d'ordre plus élevé (Tg_3). De même à la base de Tg_3, une écaille encore très réduite (Ec_3) recouvre un bourgeon (Tg_4) qui fournira une tige de quatrième ordre.

Nous retrouvons donc ici comme chez *D. sinuata* trois tiges d'ordre de plus en plus élevé dans l'aisselle de la feuille F_2, tandis que l'aisselle de la feuille F_1 est dépourvue de bourgeon axillaire.

Section β (fig. 12, pl. XII). Cette section est caractérisée par le rapprochement des faisceaux de F_2 (en particulier des faisceaux latéraux) du centre de figure et par une indication de la mise en rapport des faisceaux de Tg_1. Cette section correspond à la section fig. 6, pl. XI du *D. sinuata* qui peut être rapportée à la partie supérieure du Niveau I.

La feuille F_1 a encore ses bords distincts. Dans l'aisselle de la feuille F_2 on voit la section de la tige Tg_2. En arrière des faisceaux β', γ', β de Tg_1 on trouve une masse qui envoie vers la périphérie quatre branches procambiales. Cette masse est en rapport d'une part avec les faisceaux β', γ', β, et d'autre part avec Tg_2 par un cordon procambial. Un autre cordon attache Tg_2 au faisceau δ de Tg_1.

Les faisceaux de la feuille F_2, en particulier D_2, sont

---

(1) Ces notations sont celles qui ont été employées pour les faisceaux de la tige principale du *D. sinuata*.

coupés obliquement. (1) G_2 se rapproche rapidement du centre de figure.

Niveau II. — Ce niveau est caractérisé par la mise en rapport des faisceaux de la tige Tg_1. Ces faisceaux s'écartent du centre de figure tout en s'élargissant pour arriver à se toucher latéralement. Cette sorte de couronne reçoit l'insertion d'un grand nombre de faisceaux périphériques non encore différenciés en bois et liber, c'est sur ces faisceaux que s'insèrent les faisceaux du tubercule.

Ce niveau comprend les sections fig. 13 à 15, pl. XII. Ces coupes sont comparables aux sections fig. 7 et 8. pl. XI. du niveau II du *D. sinuata* parvenu au stade II.

Section fig. 13, pl. XII. — Les faisceaux de la tige Tg_1 forment quatre massifs: le premier comprend les faisceaux δ et α', le second les faisceaux β' et γ'. Les faisceaux α et β restent isolés. Sur chacun de ces massifs s'insèrent des lobes périphériques. Deux de ces lobes périphériques sont indépendants, ils se trouvent dans l'espace compris entre M_1 et G_1 (moitié gauche de la face dorsale). Le faisceau G_1 vient prendre place dans le cercle des faisceaux de la tige Tg_1. La masse méristématique représentant la tige Tg_2 envoie deux prolongements procambiaux inférieurs qui s'approchent de la périphérie du système des faisceaux de la tige principale.

Dans le stade II du *D. sinuata* c'est la section fig. 7, pl. XI qui se rapproche le plus de notre section fig. 13, pl. XII. On y voit aussi des faisceaux périphériques s'insérer sur les massifs de la tige Tg_1. En outre les faisceaux latéraux de F_2 se rapprochent du cercle des faisceaux de Tg_1.

Section fig. 14, pl. XII. — Les faisceaux β', γ', γ, β de la tige Tg_1 forment un arc continu du côté dorsal. Le faisceau

---

(1) Ces particularités sont surtout dues à la direction que prend la feuille dans sa région inférieure ; ce ne sont pas des différences avec le *D. sinuata*.

G_2 se réunit à la droite de cet arc. Ces caractères rapprochent cette section de la section fig. 8, pl. XI du *D. sinuata*. — Du côté ventral α et α' se sont réunis en un petit massif. Le faisceau D_2 arrive dans la couronne. Quatre lobes procambiaux situés en avant de M_2 (Tg_2 fig. 14, pl. XII) représentent les faisceaux de Tg_2. Un lobe périphérique se trouve à droite de M_2, et deux autres plus volumineux entre D_2 et G_1.

Section fig. 15, pl. XII. — Le faisceau D_2 s'est réuni à la couronne des faisceaux de la tige principale dont le cercle continue à s'élargir. L'arc dorsal comprend D_2, β', γ', γ, β, G_2. Du côté ventral α s'est séparé de α' et s'est en même temps élargi. Les faisceaux de la tige Tg_2 s'insèrent sur ceux de Tg_1 dans le voisinage de D_2 et sur α et α'. Cette insertion a lieu à ce même niveau (fig. 8, pl. XI) chez le *D. sinuata*. Au point de vue anatomique, cette région est le nœud 2, c'est à ce niveau que les faisceaux de la feuille F_2 s'intercalent dans le cercle des faisceaux de Tg_1, et que la tige axillaire Tg_2 insère ses faisceaux sur ceux de la tige principale.

On voit que l'analogie entre les deux plantes au même niveau est poussée très loin.

Niveau III. — Ce niveau correspond au premier entrenœud de la tige principale.

Il comprend à ce stade les sections fig. 16 à 21, pl. XII.

Sections fig. 16 et 17, pl. XII. — Ces sections correspondent aux figures 9 et 10, pl. XI du *D. sinuata*. Elles intéressent le haut du premier entrenœud de la tige principale. A ce niveau les faisceaux de la tige Tg_1 redeviennent distincts en même temps que les faisceaux de la feuille F_1 prennent place dans le cercle des faisceaux de Tg_1.

Les faisceaux de la feuille F_1 et le faisceau M_2 se rapprochent du centre de figure. Au contraire les faisceaux de la tige Tg_1 s'en écartent, de sorte que l'ensemble des faisceaux va former un cercle plus large. Ce cercle comprend:

1° Les faisceaux de la feuille F_1 (M_1, G_1, D_1);

2° Le faisceau M_2;

3° Un massif D_2 placé entre M_1 et G_1 (1), il résulte de la réunion de D_2 à β' et γ';

4° Un massif G_2 (2) placé entre M_1 et D_1, il est formé par la réunion de G_2, β et γ;

5° Deux petits faisceaux placés entre M_2 et D_1. Ils résultent de la division de α;

6° Deux lobes de α' placés entre M_2 et G_1 (fig. 17).

Chez *D. altissima* comme chez *D. sinuata*, les faisceaux latéraux de la feuille F_2 passent en avant des faisceaux latéraux de la feuille F_1 pour aller se placer l'un à droite, l'autre à gauche du faisceau M_1.

Les sections fig. 18 à 21, pl. XII, représentent la région inférieure du premier entrenœud de la tige principale. Ces quatre sections montrent la réunion de tous les faisceaux de la tige en une couronne ouverte du côté de la face ventrale. Elles correspondent à peu près aux sections fig. 17 et 18, pl. XI du *D. sinuata*. Mais comme cette région a subi une élongation considérable à cause de la formation du tubercule chez le *D. sinuata*, la comparaison des sections ne peut plus être rigoureuse.

Sections fig. 18 et 19, pl. XII. — Les massifs G_2 et D_2 se réunissent au faisceau M_1. Le faisceau M_2 se réunit aussi aux deux faisceaux α'*g* et α*d*. Le faisceau G_1 se jette sur α'*d* (fig. 18).

Section fig. 20 pl. XII.— Les faisceaux M_2, α et D_1 forment un massif unique. Un second massif est formé par D_2, M_1 et G_2, un troisième par G_1 réuni à α'. Chacun de ces massifs comprend donc un ou plusieurs faisceaux foliaires unis à des lobes représentant la terminaison des faisceaux de la tige Tg_1.

---

(1) D_2 passe en avant de G_1 au niveau de la fig. 16.

(2) G_2 passe en avant de D_1 au niveau de la fig. 15.

Section 21, pl. XII. — Cette section passe à la partie inférieure de la tige principale.

Tous les faisceaux de la tige sont réunis en une couronne ouverte du côté de la face ventrale. C'est dans l'espace laissé libre que vient se placer le faisceau cotylédonaire, complétant ainsi la couronne.

On voit à ce niveau, contre la face ventrale, et sur les côtés droit et gauche, des faisceaux très petits, non différenciés en bois et liber; ce sont des faisceaux périphériques d'origine secondaire.

Au *niveau IV,* un pôle de la racine s'insère sur le faisceau M_1, un second pôle sur le faisceau cotylédonaire. La racine principale n'a que deux pôles.

Il ressort de l'étude présente que la jeune plante du *D. altissima* présente la plus grande analogie de structure avec le *D. sinuata* au même stade. Nous avons observé chez les deux plantes, dans l'aisselle de la seconde feuille trois bourgeons axillaires d'ordre d'autant plus élevé qu'ils sont moins développés. Chacun de ces bourgeons est entouré à sa base par une écaille sans faisceau. La première feuille ne forme pas de bourgeon axillaire.

Chacune des deux premières feuilles présente de même trois faisceaux. La tige principale a dans les deux espèces six faisceaux. Au-dessus de l'aisselle de la feuille F_1, le cercle des faisceaux de la tige s'élargit, chacun de ces faisceaux s'éloignant du centre de figure. Au même niveau, les faisceaux de la deuxième feuille se rapprochent du centre, et arrivent ainsi sur le même rang que les faisceaux de la tige principale. Ceux-ci s'anastomosent latéralement et se réunissent aux faisceaux D_2 et G_2.

Plus bas les faisceaux s'isolent à nouveau ; le faisceau D_2 passe en avant du faisceau latéral gauche G_1 de la feuille F_1 et vient se placer à gauche de M_1. Le faisceau G_2 passant en avant du faisceau D_1 va se placer à droite de M_1.

Au dessus de ce niveau, les faisceaux de la feuille F_1 qui

ont continué à se rapprocher du centre arrivent sur le rang occupé par les faisceaux de Tg_1 et les faisceaux de la feuille F_2. C'est au niveau de l'intercalation des faisceaux de la feuille F_1 dans le système des faisceaux de la tige que ce système atteint son maximum de largeur. Les sections suivantes montrent, à mesure qu'on descend, un rétrécissement graduel du cercle des faisceaux. Les faisceaux propres de la tige principale se terminent en se jetant sur les faisceaux des feuilles F_1 et F_2.

Plus bas tous les faisceaux se réunissent en une couronne libéro-ligneuse. Cette couronne est ouverte du côté ventral pour permettre l'intercalation du faisceau cotylédonaire.

Le faisceau de la racine principale présente deux pôles qui s'insèrent l'un sur le faisceau cotylédonaire, l'autre sur le faisceau médian de la première feuille.

Les faisceaux du tubercule sont représentés à ce stade dans les deux espèces par des faisceaux libéro-ligneux qui s'insèrent sur les faisceaux de la tige principale et de l'axe hypocotylé et qui se continuent à la périphérie par des faisceaux secondaires.

Stade II.

Je prendrai comme stade plus élevé une plante comme celle de la fig. 9, pl. XII, qui présente deux tiges aériennes développées, la tige principale et la première tige axillaire de la feuille F_2. Le tubercule est bien développé, il mesure 18^{mm} de long sur 13^{mm} de large. Sa face dorsale est subéreuse. La face opposée ou face ventrale, qui n'est pas visible dans la figure, reçoit l'insertion de nombreuses racines.

A ce stade, la plante a un tubercule déjà caractérisé qui nous présente la plus grande analogie avec celui le *D. sinuata*.

Description des principales sections du tubercule d'une plante parvenue au Stade II (fig. 9, pl. XII).

Niveau I.— Ce niveau correspond au fond de l'aisselle de la feuille F_2. La section fig. 23, pl. XII qui passe par ce niveau est comparable à la section représentée fig. 3, pl. XI du *D. sinuata* au stade II, et à la section fig. 11, pl. XII du *D. altissima* au stade I. On voit sur cette section que les faisceaux des feuilles F_1 et F_2 sont encore très éloignés du centre de figure de la tige principale Tg_1. La tige Tg_1 renferme six faisceaux différenciés, chacune des feuilles F_1 et F_2 présente trois faisceaux également différenciés en bois et liber. Entre la tige Tg_1 et la région dorsale de la feuille F_2 on trouve trois tiges :

1° Une tige Tg_2 (fig. 23, pl. XII) qui renferme six faisceaux différenciés en bois et liber;

2° Une tige Tg_3 de troisième ordre dont les six faisceaux sont au stade procambial. Cette tige est située dans l'aisselle d'une écaille dépendant de la tige Tg_2, on voit en fEc_2 le faisceau de cette écaille ;

3° Une tige de quatrième ordre Tg_4 (fig. 23, pl. XII) dont les faisceaux sont à peine indiqués.

Niveau II. Ce niveau correspond au fond de l'aisselle de la feuille F_1.

Section fig. 24, pl. XII. — Cette section correspond à la section fig. 4, pl. XI du *D. sinuata* (stade II). Elle n'a pas d'homologue dans le stade I du *D. altissima*. Son caractère est de montrer l'insertion des faisceaux de Tg_3 sur les faisceaux de Tg_2. Comme la tige Tg_3 est à l'état méristématique au stade I, il ne peut être question de l'insertion de ses faisceaux. Cette section fig. 24, pl. XII correspond à un niveau intermédiaire entre les sections fig. 11 et fig. 12, pl. XII du stade I du *D. altissima*.

Les faisceaux de la tige Tg_3 se sont réunis en deux masses dont l'une s'insère à ce niveau sur un faisceau de Tg_2.

Parmi les six faisceaux de Tg_2, trois sont encore isolés, deux autres sont réunis latéralement entre eux, le sixième reçoit l'insertion des faisceaux de la tige Tg_3.

Les six faisceaux de la tige principale Tg_1 sont isolés, l'un d'eux reçoit sur ses côtés l'insertion de faisceaux périphériques.

Un certain nombre de faisceaux périphériques se trouvent entre Tg_2 et le faisceau G_2, entre Tg_2 et le faisceau D_2.

Les faisceaux G_1 et D_2 sont, de tous les faisceaux des feuilles F_1 et F_2, les plus rapprochés à ce niveau, du centre de la tige Tg_1.

Section fig. 25, pl. XII. — Cette section passe par la région supérieure du premier entrenœud de la tige principale. Elle est comparable à la section fig. 7. pl. XII du *D. sinuata*. Le fait à noter sur cette section est l'insertion des faisceaux de la tige Tg_2 sur la tige Tg_1.

Cette section correspond en outre à la section fig. 15, pl. XII du *D. altissima* qui montre également l'insertion des faisceaux de Tg_2 sur les faisceaux de Tg_1. La différence constatée entre nos sections aux stades I et II consiste surtout dans la présence au stade II de nombreux faisceaux destinés au tubercule. La plupart sont des faisceaux secondaires, les autres sont des branches qui mettent en communication les faisceaux des tiges entre eux ou avec les faisceaux secondaires.

Deux faisceaux de la tige Tg_2 sont encore isolés, ils se réunissent un peu plus bas à la masse anastomotique.

Cinq faisceaux de la tige Tg_1 sont isolés, mais deux d'entre eux commencent à s'élargir pour se mettre en rapport latéralement.

Le faisceau G_1 de la feuille F_1 et le faisceau D_2 de la feuille F_2 sont les plus rapprochés du centre de figure de la tige principale.

Niveau III. — Ce niveau correspond au premier entrenœud de la tige principale.

La section fig. 26, pl. XII passe par la région moyenne de cet entrenœud. Elle correspond à la section fig. 10, pl. XI du *D. sinuata* (stade II) et à la section fig. 17, pl. XII du *D. altissima* au stade I.

Ces sections sont caractérisées par l'arrivée des faisceaux de la feuille F_2 dans le cercle des faisceaux de la tige principale Tg_1.

Le faisceau D_2 a passé devant le faisceau G_1.

Les faisceaux M_1 et D_1 sont les plus distants du centre de la tige principale (CTg_1, fig. 26, pl. XII).

Au stade II du *D. sinuata*, le tubercule étant moins développé qu'au stade II du *D. altissima*, le nombre des faisceaux périphériques est beaucoup plus considérable dans la section fig. 26, pl. XII que dans la section homologue fig. 10, pl. XI du *D. sinuata*.

Niveau IV. — Ce niveau comprend l'axe hypocotylé jusqu'à l'insertion de la racine principale.

La section fig. 27, pl. XII passe par la région inférieure de l'axe hypocotylé ; elle est comparable à la section fig. 19, pl. XII, du *D. sinuata* (stade II). Les faisceaux de l'axe hypocotylé sont pour la plupart anastomosés latéralement. Le faisceau cotylédonaire n'est pas encore réuni à ces faisceaux.

La face dorsale *Fd* (fig. 27, pl. XII) est fortement convexe. Tous les faisceaux de l'axe hypocotylé sont rapprochés de la face ventrale, contre laquelle se trouve la gaine cotylédonaire. Le faisceau cotylédonnaire *fc* est coupé obliquement. Ce faisceau se rapproche de la couronne libéro-ligneuse fragmentaire représentant le système des faisceaux de l'axe hypocotylé. Les faisceaux de la tige principale, après avoir reçu l'insertion des faisceaux de la tige de second ordre Tg_2, se sont réunis aux faisceaux des feuilles F_1 et F_2. Seul le faisceau D_1 est encore isolé, il est coupé très obliquement. Le faisceau M_1 est à ce niveau réuni au système des faisceaux.

Les autres faisceaux sont d'origine secondaire, ils n'ont pas de trachées.

En *R* on voit l'insertion du faisceau d'une racine adventive sur le système des faisceaux de l'axe hypocotylé.

La racine principale s'insère immédiatement au-dessous de ce niveau. Son faisceau est bipolaire, l'un des pôles s'insère sur le faisceau M_1, l'autre sur le faisceau cotylédonaire.

Niveau V. — Ce niveau correspond à la base de la racine principale, et à la région supérieure du tubercule.

La section 28, pl. XII, qui passe par ce niveau est l'homologue de la section fig. 23, pl. XII du *D. sinuata* (stade II). Cette section n'a pas d'homologue dans le stade I du *D. altissima*, puisqu'à ce stade, le tubercule était à peine indiqué et ne descendait pas au-dessous de l'axe hypocotylé.

Cette section montre la partie supérieure du tubercule à laquelle la racine principale est restée adhérente. Elle se comporte comme une section transversale de cet organe. Toutes les sections horizontales sont d'ailleurs ici transversales et coupent les faisceaux suivant une direction sensiblement perpendiculaire à leur allongement.

Tous les faisceaux du tubercule sont des faisceaux secondaires. La face ventrale ou antérieure est sensiblement plane, tandis que la face dorsale est convexe.

La section représentée fig. 29, pl. XII passe par la région moyenne du tubercule de la plante représentée fig. 9, pl. XII. Le long de la face ventrale on voit un système de faisceaux *fv* (fig. 29, pl. XII) formant une seule bande parallèle à la face ventrale. Ces faisceaux sont composés d'éléments ligneux courts, diaphragmatiques (fig. 30, pl. XII) et d'un liber dont les cellules sont semblables entre elles. On ne trouve pas dans ce liber de grandes cellules grillagées. Ce liber se trouve entre le bois et la face ventrale. Ces faisceaux sont fréquemment unis latéralement de façon à former des bandes libéro-ligneuses plus ou moins larges. Ces bandes sont reliées

de la sorte en un réseau appliqué contre la face ventrale. Sur ce réseau s'insèrent les nombreuses racines du tubercule.

Les éléments de ce réseau se mettent fréquemment en rapport avec les autres faisceaux du tubercule. Ceux-ci sont orientés par rapport à la face dorsale, c'est-à-dire que leur bois est situé vers la face ventrale, leur liber étant plus près de la face dorsale. Chacun d'eux présente dix à quinze vaisseaux ligneux larges dont beaucoup montrent des cloisons transversales à ornementations réticulées (fig. 32, pl. XII). Ce sont donc plutôt des trachéïdes que des vaisseaux. Le liber forme une masse assez importante dans laquelle on remarque une ou deux grandes cellules grillagées *c g* (fig. 32, pl. XII).

La surface du tubercule est constituée par un liège qui la recouvre entièrement. Ce liège est produit par un cambiforme superficiel *cbfe* (fig. 31, pl. XII) séparé d'un autre cambiforme plus intérieur *cbfi* (fig. 31, pl. XII) par une couche épaisse de tissu fondamental. Le cambiforme interne produit surtout du tissu fondamental secondaire vers l'intérieur Tf_2i (fig. 31, pl. XII). Dans ce tissu fondamental disposé en files radiales se différencient des faisceaux secondaires qui résultent du cloisonnement de certaines cellules (f_2 fig. 32 et 33, pl. XII). Ce cambiforme interne n'est pas représenté du côté de la face ventrale où il s'éteint très tôt. Le système des faisceaux de cette face se trouve toujours réduit au réseau décrit plus haut.

Au point de vue de la croissance, le tubercule du *D. altissima* diffère de celui du *D. sinuata* en ce qu'il s'enfonce verticalement dans le sol, tandis que chez cette dernière espèce, la croissance se produisait à la périphérie du tubercule qui par suite prenait une forme discoïde. La fig. 10, pl. XII, représente un tubercule adulte de *D. altissima,* vu par la face dorsale. Sa forme est extrêmement allongée. Les ornements formés par les craquelures du liège sur la face dorsale sont moins réguliers que sur le tubercule du *D. sinuata.*

Résumé et Conclusions.

Malgré une différence de forme au premier abord très accusée, le tubercule du *D. altissima* présente dans son développement, la même marche que celui du *D. sinuata*. Avant la formation du tubercule, la jeune plante se compose dans les deux espèces de deux feuilles inférieures et d'un axe hypocotylé très court en haut duquel s'insère le cotylédon. La racine principale s'insère sur la région inférieure de cet axe hypocotylé. L'entrenœud qui sépare les deux feuilles n'est pas développé. Le cotylédon est inséré sous la deuxième feuille.

Dans l'aisselle de la deuxième feuille se développe un bourgeon axillaire de deuxième ordre, dont la base est entourée d'une écaille embrassante. Dans l'aisselle de cette écaille se développe une tige de troisième ordre. On aura de même une tige de quatrième ordre axillaire par rapport à la tige de troisième ordre. — Au contraire l'aisselle de la feuille F_1 ne présente pas de bourgeon axillaire.

Cette ressemblance n'est pas purement morphologique. Les grands traits de la structure sont aussi les mêmes. La tige principale a par exemple six faisceaux propres auxquels se joignent les faisceaux des feuilles F_1 et F_2 pour constituer le système des faisceaux de l'axe hypocotylé. Au niveau où les faisceaux des feuilles viennent s'intercaler entre les faisceaux de la tige principale, le cercle des faisceaux de cette tige subit un élargissement. A cet élargissement succède plus bas un rétrécissement de la masse vasculaire. Le diamètre du système des faisceaux se réduit, en même temps que les faisceaux s'élargissent jusqu'à se toucher latéralement. Ils constituent alors une couronne ouverte du côté du cotylédon. Le faisceau cotylédonaire vient compléter cette couronne.

Plus bas, le faisceau bipolaire de la racine principale insère un de ses pôles sur le faisceau médian de la première feuille, le second sur le faisceau cotylédonaire.

Le tubercule débute par le renflement des deux premiers entrenœuds de la tige principale et de l'axe hypocotylé. C'est ainsi que commence également celui du *D. sinuata.* Dans le tissu de ce renflement se forment des faisceaux propres qui s'insèrent sur les faisceaux de la tige principale et de l'axe hypocotylé. Ces faisceaux sont secondaires, dépourvus de trachées, ils se placent en dehors du cercle des faisceaux de la tige. Le tubercule s'accroît par deux cambiformes, l'un externe qui fournit le liège superficiel, l'autre interne qui donne le tissu fondamental secondaire dans lequel se produisent les faisceaux secondaires.

Par suite de l'accroisement du tubercule, accroissement qui se produit surtout du côté de la feuille F_1 (face dorsale), on a formation d'un tubercule bifacial, sur le côté duquel sont rejetées la terminaison de l'axe hypocotylé et l'insertion de la première racine.

Tous ces caractères rapprochent le tubercule du *D. altissima* de celui du *D. sinuata.* La différence de forme des deux tubercules tient à ce que la croissance se produit vers le bas chez *D. altissima,* tandis qu'elle se produit à la périphérie chez *D. sinuata.* Les faisceaux marchent, dans les tubercules des deux plantes, parallèlement aux faces dorsale et ventrale, ils sont donc verticaux chez *D. altissima,* horizontaux chez *D. sinuata.* La face ventrale est en outre relativement réduite dans le tubercule du *D. altissima.*

Ces quelques caractères différentiels sont bien moins importants que les caractères communs. Nous considérerons donc ces tubercules comme deux faciès d'un même tubercule type, cet organe ayant la même valeur dans les deux plantes. C'est un organe d'origine secondaire comme le tubercule du *Tamus,* mais qui présente en plus cette particularité d'avoir deux faces bien différenciées, les racines étant localisées sur l'une des faces que nous avons appelée face ventrale.

§ 4. — Développement et structure du Tubercule de l'Helmia hirsuta Kunth.

Stade I.

La première feuille produite par la jeune plante est trifoliolée (fig. 35 et 36, pl. XII). Le pétiole est dressé, un peu élargi à sa base. Celle-ci est entourée par la gaîne cotylédonaire *gc* (fig. 34, pl. XII). Le cotylédon reste inclus dans la graine dont il absorbe les réserves. L'axe hypocotylé très court reçoit à sa partie inférieure l'insertion de la première racine (R_1 fig. 35, pl. XII). On voit s'insérer sur l'axe hypocotylé, presque au même niveau que la première racine, quatre autres racines plus grêles qui semblent adventives, mais qui sont des racines secondaires, elles insèrent leur faisceau sur le faisceau de la racine principale avant que celle-ci soit libre. La racine principale porte de distance en distance d'autres racines secondaires.

C'est à ce stade, caractérisé par l'étalement du limbe de la première feuille (fig. 35, pl. XII), que nous étudierons tout d'abord la jeune plante.

Au stade I la feuille F_2 est encore complètement enfermée dans la gaîne de la feuille F_1 (fig. 34 et 35, pl. XII).

Description des principales sections transversales de la plante parvenue au Stade I.

Niveau I. — Ce niveau correspond au fond de l'aisselle de la feuille F_2.

Section fig. 37, pl. XII. — La section du pétiole de la feuille F_2 est comprise entre les bords de la feuille F_1. La

tige principale Tg_1 est représentée par une région méristématique concrescente avec la partie antérieure de la feuille F_1 (*PV* fig. 37).

La feuille F_1 coupée dans sa gaîne présente neuf faisceaux qui sont : un médian M_1, deux intermédiaires Ig_1 et Id_1, deux latéraux divisés chacun en deux lobes, Gp_1 et Ga_1, Dp_1 et Da_1 et deux faisceaux antérieurs ag_1 et ad_1. Le faisceau antérieur droit ad_1 est à ce niveau, réuni au faisceau Da_1. Tous les faisceaux de la feuille F_1 sont différenciés en bois et liber.

La feuille F_2 possède les mêmes faisceaux encore au stade procambial. Les deux faisceaux antérieurs sont réunis en un massif qui représente l'arc antérieur (1) (*a* fig. 37, pl. XII).

Niveau II.—Ce niveau correspond au fond de l'aisselle de la feuille F_1. Il comprend les sections fig. 39 à 41, pl. XII.

Section fig. 39, pl. XII. — Les feuilles F_1 et F_2 sont concrescentes entre elles, F_1 a encore ses bords distincts, F_2 n'est libre que dans sa région dorsale. Les faisceaux ad_1 et Da_1 sont réunis complètement en un massif Da_1. Le lobe ag_1 est également réuni au faisceau Ga_1. Les faisceaux de la feuille F_2 n'ont pas changé.

La tige Tg_1 est représentée à ce niveau par deux masses procambiales (*p* et *k* fig. 39, pl. XII).

Section fig. 40 et 41, pl. XII. — Les trois faisceaux antérieurs de la feuille F_2 se rapprochent du centre de figure et se dirigent vers les deux petits faisceaux *p* et *k* de Tg_1 pour se réunir avec eux. — Cette réunion est en partie réalisée au niveau de la section fig. 41 ; on a ainsi formation de deux bandes procambiales *P* et *K*.

Niveau IIIa. — Ce niveau est caractérisé par la réunion

---

(1) Voir Feuille des Dioscorées, p. 201.

des faisceaux antérieurs de la feuille F_2 aux masses P et K et par le déplacement des masses ainsi formées vers la droite et la gauche du faisceau M_1.

Les sections fig. 42 à 44 rentrent dans ce niveau.

La section fig. 42, pl. XII, montre la coupe du cotylédon et de sa gaîne. Les bords de la feuille F_1 sont encore distincts. La gaîne cotylédonaire renferme trois faisceaux rencontrés obliquement.

Les faisceaux Ga_1 et Gp_1. se rapprochent et se réunissent, il en est de même des faisceaux Da_1 et Dp_1. En outre les intermédiaires Ig_1 et Id_1 se réunissent à M_1 de sorte qu'au niveau de la section fig. 44, les faisceaux de la feuille F_1 sont au nombre de trois : M_1, D_1 et G_1.

Le faisceau Dp_2 de la feuille F_2 se réunit, au niveau de la section fig. 42 à la bande P qui représente la réunion d'un faisceau de Ty_1 à deux des faisceaux antérieurs de la feuille F_2. Au niveau de la fig. 43 une portion de Dp_2 se sépare de la bande anastomotique et gagne la périphérie entre Id_2 et G_1, nous continuerons à appeler cette portion postérieure par la notation Dp_2. — De même une portion de Gp_2 reste à la périphérie de la tige entre Ig_2 et D_1. tandis que l'autre se dirige vers la bande K pour gagner l'intervalle compris entre M_1 et D_1.

Au niveau de la fig. 44, la bande P se divise radialement en deux parties. Gp_2 n'est pas encore réuni à la bande K.

Niveau III b. — Ce niveau comprend l'axe hypocotylé jusqu'à l'insertion de la racine principale.

Nous devons y ranger les sections fig. 45 à 51, pl. XII.

Section fig. 45, pl. XII. — Les faisceaux intermédiaires Ig_2 et Id_2 s'élargissent et se préparent à se diviser en deux parties dont une se réunira à M_2, tandis que l'autre restera à la place occupée par chacun des faisceaux primitifs (fig. 46, pl. XII).

Au niveau de la section fig. 46, pl. XII, on voit apparaître

deux faisceaux périphériques entre M_1 et D_1, deux autres à gauche et en arrière de G_1.

La gaîne cotylédonaire est concrescente avec la tige par ses portions marginales.

Sections fig. 47, pl. XII. — On voit se diviser radialement les massifs K et P. Le lobe postérieur de K se met en relation avec un petit faisceau périphérique. Entre les faisceaux M_2 et G_1 on trouve les deux lobes de Id_2 et deux autres lobes de Dp_2. Entre M_2 et D_1 on a trois petits lobes seulement : un lobe postérieur de Ig_2 et deux lobes de Gp_2.

Dans la gaîne cotylédonaire, le faisceau latéral droit est réuni au faisceau médian (Mc).

Section fig. 48, pl. XII. — Les massifs P et K reçoivent encore l'insertion de petits lobes qui se dirigent vers la périphérie. Les lobes périphériques insérés plus haut sont coupés obliquement à ce niveau. On les voit dans la région dorsale en arrière des faisceaux de la feuille F_1.

Section fig. 49, pl. XII. — Le faisceau Dp_2 se réunit à Id_2, tandis que le faisceau Gp_2 se réunit à D_1.

Il est à noter que Gp_2 se jette sur D_1, tandis que Dp_2 reste distinct ; d'autre part le déplacement de M_2 vers la gauche a pour effet d'amener ce faisceau dans une position symétrique de Dp_2 par rapport à la droite M_1 Mc. — Le faisceau latéral droit du cotylédon Dc se sépare du médian Mc.

Les faisceaux périphériques donnent insertion au faisceau d'une racine adventive qui sortira du côté gauche de la face dorsale (fig. 49 à 54, pl. XII).

Section fig. 50, pl. XII. — Le faisceau médian du cotylédon Mc se réunit au faisceau latéral gauche Gc. Le médian de la feuille F_1 (M_1) se fragmente en une région postérieure et une région antérieure.

Cette section, ainsi que les deux suivantes, montrent l'insertion de la racine adventive signalée déjà au niveau de la section fig. 49.

La masse K se réunit à la région postérieure de M_1.

Les faisceaux G_1 et D_1 s'étranglent en leur milieu pour se diviser radialement.

Section fig. 51, pl. XII. — La région postérieure de M_1 reçoit également une partie du massif P. Chacun des faisceaux G_1 et D_1 est divisé en deux massifs placés l'un derrière l'autre. Le faisceau M_2 est représenté par deux lobes situés l'un à côté de l'autre. Une portion du faisceau Mc va se réunir au faisceau latéral droit Dc.

Niveau IV. — Ce niveau correspond à l'insertion de la racine principale sur l'axe hypocotylé.

Il comprend dans notre exemple les sections fig. 52 à 55, pl. XII.

Section fig. 52, pl. XII. — La moitié droite de la portion postérieure de M_1 se réunit à M_1. Le faisceau M_2 se réunit à la gauche de la masse formé par les faisceaux cotylédonaires.

Les lobes périphériques du niveau précédent représentent la portion inférieure du réseau d'insertion de la racine adventive que nous avons vue fig. 50 et 51.

Un pôle de la racine principale π_1 (fig. 52) s'insère sur le massif des faisceaux cotylédonaires, entre les deux moitiés du faisceau médian Mc.

Section fig. 53, pl. XII.— Le faisceau D_1 se réunit à M_1 et l'ensemble forme une large bande du côté de la face dorsale. Les faisceaux G_1 et Dp_2 sont encore distincts.

Section fig. 54, pl. XII. — Tous les faisceaux de l'axe hypocotylé sont réunis en une couronne qui présente une petite interruption entre M_2 et D_1. Dans cette couronne on distingue encore les deux faisceaux G_1 et D_1 dont la pointe fait saillie vers l'intérieur. Une bande trachéenne réunit le faisceau M_1 au pôle π_1, elle représente l'insertion du pôle π_2 sur le faisceau M_1.

Quelques lobes périphériques existent encore sur le côté gauche de la face dorsale.

Section fig. 55, pl. XII. — Deux pôles latéraux (π_3 et π_4) s'insèrent sur la pointe de chacun des faisceaux G_1 et D_1. Le faisceau de la racine principale est donc tétrapolaire. La terminaison des faisceaux de l'axe hypocotylé est représentée par une couronne libéro-ligneuse irrégulière entourant l'ensemble des quatre pôles.

Niveau V. — Ce niveau représente la terminaison extrême des faisceaux de l'axe hypocotylé.

Section fig. 56, pl. XII. — Le système des faisceaux de l'axe hypocotylé est représenté par quatre masses libéro-ligneuses à grands éléments diaphragmatiques situées chacune dans l'intervalle de deux pôles ligneux du faisceau tétrapolaire.

Ces masses qui représentent la terminaison des faisceaux de l'axe hypocotylé se réduisent rapidement et au niveau de la section fig. 57, pl. XII, il ne reste plus que le faisceau tétrapolaire de la racine principale.

Un peu plus bas on voit s'insérer sur chacun des pôles de la racine une racine secondaire. Ce sont les quatre racines secondaires les plus grandes, on les voit dans les fig. 34 et 35 pl. XII.

En résumé, au stade I la jeune plante présente deux feuilles, la première feuille F_1 dont le limbe est trifoliolé, et une seconde feuille F_2 encore enfermée dans la gaîne de la première feuille. Chacune de ses feuilles comprend à sa base neuf faisceaux : un médian, deux intermédiaires, deux latéraux divisés chacun en deux branches, et deux faisceaux antérieurs. Ceux-ci peuvent être réunis en une masse, ce qui ramène à huit le nombre des faisceaux. En entrant dans la tige, le nombre des faisceaux de la feuille se réduit à trois :

1° Par la réunion des faisceaux intermédiaires au faisceau médian ;

2° Par la réunion des faisceaux latéraux et antérieurs

d'un même côté en un seul massif qui est le faisceau latéral de ce côté.

Cette feuille reçoit donc de la tige trois faisceaux comme celle de la plupart des Dioscorées.

Au stade I, la tige principale renferme seulement deux massifs procambiaux p et k (fig. 39, pl. XII). Les faisceaux latéraux de la feuille F_2 se réunissent à ces massifs qui vont se placer l'un à droite, l'autre à gauche du faisceau médian M_1 de la feuille F_1 — Un certain nombre de petits lobes périphériques s'insèrent sur les masses P et K et sur les faisceaux foliaires. Au niveau de la section fig. 50, pl. XII, on voit une racine adventive s'insérer sur ces lobes à gauche de la face dorsale.

Le cotylédon renferme trois faisceaux qui s'avancent côte à côte vers l'axe hypocotylé pour constituer avec les faisceaux de cet axe une couronne libéro-ligneuse sur laquelle s'insère le faisceau tétrapolaire de la racine principale. Un pôle s'insère sur le faisceau cotylédonaire médian et chacun des trois autres pôles sur chacun des faisceaux M_1, G_1 et D_1 de la feuille F_1.

Stade II.

Nous prendrons comme second stade l'état d'une plante au moment où le tubercule commence à être visible sous la forme d'un renflement situé sous la gaîne cotylédonaire. A ce stade la première feuille est presque complètement développée. La seconde feuille en voie de développement présente un pétiole de 3 centim. de long. Le limbe de cette seconde feuille est à peine indiqué (fig. 36, pl. XII). On voit sortir plusieurs racines du renflement qui représente le tubercule. Ces racines fournissent de nombreuses racines secondaires.

Description des principales sections transversales de la plante parvenue au Stade II.

Niveau I. — Ce niveau correspond au fond de l'aisselle de la feuille F_2, il comprend dans notre exemple une seule section.

Section α (fig. 1, pl. XIII).— Cette section correspond à la section fig. 37 pl. XII du stade I.

La différence entre les deux stades consiste dans le développement au stade II de la feuille F_2, de la tige principale et du bourgeon axillaire de la feuille F_1.

La feuille F_1 présente les mêmes faisceaux qu'au stade I. De même qu'à ce stade les faisceaux ad_1 et Da_1 se réunissent à ce niveau. La feuille F_2 présente seulement sept faisceaux : le médian M_1, deux intermédiaires Id_2 et Ig_2, et deux latéraux divisés chacun en deux lobes Ga_2 et Gp_2, Da_2 et Dp_2.

La tige principale, qui n'avait comme faisceaux au stade I que deux masses procambiales, présente au stade II sept faisceaux (φ_1, φ_2..... φ_7) dont la différenciation libéro-ligneuse est déjà assez avancée.

Entre la tige Tg_1 et la feuille F_1 se trouve une tige axillaire Tg_2 entourée d'une écaille Ec_2. Cette écaille présente un faisceau très grêle. Cette tige Tg_2 renferme sept faisceaux au stade procambial. Entre cette tige Tg_2 et la région dorsale de son écaille basilaire Ec_2 se trouve le point de végétation d'une tige de troisième ordre Tg_3, axillaire par rapport à Tg_2. Nous avons observé des points de végétation axillaires de même valeur chez *Tamus communis* et *D. sinuata*.

La feuille F_2 est à ce niveau concrescente avec Tg_1. Entre la région médiane de F_2 et la tige Tg_1 on trouve l'indication d'une écaille et d'une tige Tg_2 disposées comme les mêmes organes observés dans l'aisselle de F_1. L'écaille montre un faisceau au stade procambial; la tige Tg_2 est représentée par une région méristématique.

Niveau II. — Ce niveau correspond au fond de l'aisselle de la feuille F_1. Il comprend à ce stade la section fig. 2, pl. XIII qui est comparable aux sections fig. 38, et 39, pl. XII du stade I. On voit les faisceaux des feuilles, de la tige principale, et des tiges axillaires tous distincts n'ayant encore contracté aucun rapport entre eux.

En somme la section présente les mêmes caractères que la précédente, et en plus une concrescence du bord droit de la feuille F_1 avec la tige Tg_1. La tige Tg_3 de l'aisselle de la feuille F_1 est représentée par une plage méristématique. Il en est de même de la tige Tg_2 de l'aisselle de la feuille F_2.

Niveau III a. — De même que pour le *D. sinuata* nous diviserons le niveau III en un niveau III *a* qui comprendra le premier entrenœud de la tige principale et un niveau III *b* qui comprendra l'axe hypocotylé.

Le niveau III *a* comprend, au stade qui nous occupe, les sections fig. 3 à 9, pl. XIII. Il est caractérisé par l'insertion des tiges de second ordre sur les faisceaux de la tige principale et par l'arrivée des faisceaux de la feuille F_2 dans le cercle formé par les faisceaux de la tige principale.

Section fig. 3, pl. XIII. — Cette section est l'homologue de la section fig. 42, pl. XII au stade I. On voit que dans les deux sections les bords de la feuille F_1 ne sont pas encore concrescents avec la tige.

Entre les deux stades les différences sont:

1° le développement de la tige Tg_1 qui a sept faisceaux différenciés au lieu de deux;

2° le développement des tiges de second ordre qui n'étaient pas représentées au stade I.

Le faisceau de l'écaille Ec_1 se range dans l'ovale formée par les six faisceaux de la tige $Tg_2\,p$. On voit entre le groupe des faisceaux de la tige principale et la région médiane de F_2, cinq petits faisceaux au stade procambial. Ces faisceaux représentent la tige de second ordre axillaire de la feuille

F_1(1) c'est-à-dire Tg_2a. Un lobe procambial m (fig. 3, pl. XIII) inséré sur l'un de ces faisceaux se dirige vers l'intervalle compris entre Da_2 et Dp_2.

Le faisceau φ_7 de la tige principale reçoit l'insertion d'un lobe périphérique qui se dirige vers la droite de Da_2.

Section fig. 4, pl. XIII. — Cette section correspond encore au niveau de la section fig. 42, pl. XII du stade I. La correspondance d'une seule section du stade I à plusieurs sections du stade II s'explique par la croissance intercalaire survenue entre les deux stades.

Les faisceaux de la feuille F_2 se sont rapprochés du centre de la tige principale.

Les faisceaux de la tige principale forment en tout cinq massifs φ_2 s'est réuni à φ_3, et φ_5 à φ_6 (2).

Les faisceaux de la tige de second ordre $Tg_2\,a$ ne forment plus que quatre massifs, deux d'entre eux se sont réunis en un seul. Le lobe m est complètement séparé des autres faisceaux.

Dans la tige Tg_2p, deux faisceaux se sont également réunis de sorte que le nombre des faisceaux, y compris celui de l'écaille Ec_1, est réduit à six.

Un petit faisceau non différencié apparaît entre Ga_2 et Gp_2, un autre à la droite de Gp_2, un troisième à droite de Dp_2. On ne voit pas à ce niveau de rapports entre ces faisceaux nouveaux et les autres faisceaux de la plante.

Section fig. 5, pl. XIII. — Cette section ainsi que la suivante fig. 6, pl. XIII sont encore comparables à la section

---

(1) Il est à noter que dans cet exemple, contrairement à ce que nous avons vu chez *Tamus*, *D. sinuata* et *D. altissima*, c'est le bourgeon axillaire de la feuille F_1 qui est le plus avancé dans son développement. Mais ce fait est exceptionnel même chez *Helmia hirsuta*. L'exemple qui nous servira pour l'étude du Stade III nous montrera le cas le plus ordinaire, c'est-à-dire la tige Tg_2a développée tandis que la tige Tg_2p manque.

(2) Le massif résultant de la réunion de φ_2 à φ_3 s'appellera $\varphi_{2.3}$, celui résultant de la réunion de φ_5 à φ_6 s'appellera $\varphi_{5.6}$.

fig. 42, pl. XII du stade I. De même que pour cette dernière, les faisceaux de la feuille F_1 sont encore isolés, les intermédiaires ne sont pas réunis au faisceau médian, les faisceaux latéraux sont représentés chacun par deux branches.

Au niveau de la section fig. 5, pl. XIII, le faisceau φ_1 de Tg_1 se dirige vers le côté droit de la face dorsale. Le faisceau Ga_2 suit cette même direction. Deux massifs de $Tg_2\,a$ se sont réunis en un seul. Un autre faisceau de $Tg_2\,a$ est venu s'intercaler entre φ_4 et $\varphi_{5.6}$. Le lobe m se trouve toujours entre Da_2 et Dp_2.

Les faisceaux de $Tg_2\,p$ forment trois massifs inégaux.

Un petit faisceau non différencié apparaît en arrière de Ga_2.

Section fig. 6, pl. XIII. — Le faisceau $\varphi_{5.6}$ de Tg_1 reçoit l'insertion du faisceau de Tg_2a qui s'était placé entre lui et φ_4 au niveau de la section fig. 5. Chacun des deux massifs libres de Tg_2a reçoit l'insertion d'un lobe périphérique, ces deux lobes sont placés entre Id_2 et Dp_2.

Les faisceaux de Tg_2p forment encore trois massifs.

En arrière de Da_2 se trouvent deux lobes insérés sur ce faisceau.

Les faisceaux de la feuille F_2 et surtout les faisceaux latéraux se rapprochent du centre de figure de la tige Tg_1.

Sections fig. 7, 8 et 9, pl. XIII. — La première de ces sections est encore comparable à la section fig. 42, pl. XII du stade I. Les sections 9 et 10 sont les homologues des sections fig. 43 et 44, du stade I. Elles montrent la réunion en un seul massif du faisceau médian M_1 et des deux intermédiaires de la feuille F_1, la réunion des deux branches qui représentent le faisceau latéral droit de cette même feuille. Les deux branches Ga_1 et Gp_1 qui représentent le faisceau G_1 ne se réunissent qu'un peu plus bas (section fig. 10, pl. XIII).

Les plus importants des faisceaux de Tg_2p s'insèrent sur le faisceau Da_2. D'autre part un faisceau de Tg_2a s'insère

sur φ_7 (faisceau de Tg_1). Le faisceau m, qui est une branche émise par un faisceau de Tg_2a au niveau de la section fig. 3, pl. XIII, se réunit à la droite de Dp_2 au niveau de la section fig. 8, pl. XIII.

Au niveau de la section fig. 7, les deux faisceaux φ_1 et Ga_2 sont réunis dans leur région postérieure et reçoivent l'insertion de deux faisceaux périphériques. Ces faisceaux périphériques sont isolés au niveau de la section fig. 8. Puis le faisceau φ_1 se réunit à Ga_2.— Au niveau de la section fig. 9, le faisceau Gp_2 se réunit à la masse résultant de la réunion de φ_1 et de Ga_2. Comme Ga_2 et Gp_2 ne sont que deux moitiés du faisceau latéral gauche G_2 de la feuille F_2, la masse résultante doit être considérée comme formée par la réunion de φ_1 à G_2. Nous la désignerons par la notation G_2, sans oublier qu'elle représente le faisceau foliaire G_2 réuni au faisceau φ_1 de la tige principale.

Des faisceaux périphériques s'insèrent sur Dp_2 et sur $\varphi_{5.6}$ au niveau de la section fig. 9, pl. XIII.

Le massif $\varphi_{5.6}$ se réunit $\varphi_{2.3.4}$ au niveau de la section fig. 7, pl. XIII.

Les faisceaux Da_1 et Dp_1 se réunissent en une seule masse D_1 au niveau de la section fig. 9. De même Ga_1 et Gp_1 se rapprochent, mais leur réunion n'a lieu qu'à la section fig. 11 qui rentre dans le niveau III. Les intermédiaires Ig_1 et Id_1 se réunissent au faisceau médian M_1 (section fig. 8, pl. XIII).

Parmi les faisceaux de la feuille F_2, l'intermédiaire Ig_2 se réunit au médian M_2 (section fig. 8). L'intermédiaire Id_2 au lieu de se réunir à M_2 se jette sur $\varphi_{5.6}$, mais c'est là un rapport exceptionnel.

Au niveau de la section fig. 9, pl. XIII, on voit le cotylédon coupé obliquement ; cet organe est replié sur lui-même, il a subi une version à cause de la position de la graine dans le sol, de sorte que sa face antérieure se trouve en $f.a$ fig. 9, pl. XIII.

Niveau III b.— Ce niveau correspond à l'axe hypocotylé. Il comprend, au stade qui nous occupe, les sections fig. 10 à 16, pl. XIII qui sont comparables aux sections fig. 45 à 50, pl. XII du stade I.

Ce niveau est caractérisé : 1° par l'entrée des faisceaux de la feuille F_1 dans le cercle formé par les faisceaux de la tige principale et par les faisceaux de la feuille F_2 ; 2° par la réunion de tous ces faisceaux en une masse à laquelle se joignent les faisceaux cotylédonaires. A partir du niveau où les faisceaux de la feuille F_1 sont intercalés dans la couronne libéro-ligneuse, le diamètre de cette couronne diminue graduellement jusqu'à ce que tous les faisceaux se touchent latéralement.

On voit se former à ce même niveau au stade II un grand nombre de faisceaux périphériques qui s'insèrent sur les faisceaux de l'axe hypocotylé. Ces faisceaux périphériques sont très nombreux, dans l'exemple étudié, du côté de la face ventrale.

A ce niveau, l'épiderme de la face ventrale ne pouvant plus suivre la croissance des parties sous-jacentes, se déchire de distance en distance. Il est remplacé par un liège produit par un cambiforme.

Un cambiforme plus profond fournit vers l'intérieur du tissu fondamental secondaire. Dans ce tissu certains groupes de cellules se recloisonnent pour former des faisceaux secondaires.

Sections (α fig. 10 et 11, pl. XIII). — Ces sections sont comparables aux sections fig. 45 à 47, pl. XII du stade I. Elles correspondent à l'intercalation des faisceaux latéraux de la feuille F_2 à droite et à gauche du faisceau médian M_1 de la feuille F_1. La réunion des deux moitiés du faisceau D_2 n'est pas encore effectuée.

Un faisceau périphérique s'insère au niveau de la section fig. 10 sur le faisceau M_2, il devient libre au niveau de la section fig. 11, pl. XIII.

Les deux moitiés de G_1 sont réunis en une seule masse. Un faisceau périphérique s'insère sur G_1 au niveau de la section fig. 11, pl. XIII.

Sections β (fig. 12 et 13, pl. XIII). — Ces sections correspondent aux sections 48 et 49, pl. XII du stade I. Elles passent par la région moyenne de l'axe hypocotylé. Les faisceaux de la tige Tg_1, et des feuilles F_1 et F_2 sont rassemblés sur un même cercle qui se rétrécit graduellement. Les faisceaux cotylédonaires sont encore en dehors de ce cercle.

A ce niveau les deux moitiés du faisceau D_2, c'est-à-dire Dp_2 et Da_2, se réunissent en un massif qui représente le faisceau D_2 ; ce faisceau est situé en avant de G_1.

Sections γ (fig. 14, 15 et 16, pl. XIII). Ces sections correspondent aux sections fig. 50 et 51, pl. XII, du stade I. Elles passent par la partie inférieure de l'axe hypocotylé.

Le faisceau D_2 est passé à la droite de G_1, entre ce faisceau et M_1. Ce faisceau D_2 touche le faisceau M_1 à partir de la section fig. 14, et G_2 touche la droite de M_2. On a donc un massif représentant la réunion de M_1 aux faisceaux latéraux de la deuxième feuille et au faisceau φ_1 de la tige principale. Ce faisceau φ_1 s'est, en effet, jeté sur le faisceau G_2 au niveau de la section fig. 7, pl. XIII.

Les faisceaux G_1 et D_1, encore isolés au niveau des sections fig. 14 et 15, sont réunis à la couronne au niveau de la section fig. 16.

Les faisceaux φ_7 et $\varphi_{2.3.4}$ se réunissent, l'un à droite, l'autre à gauche de M_2, et la masse qui résulte de cette anastomose se joint à la bande G_1, D_2, M_1, G_2, D_1 au niveau de la section fig. 16. Tous les faisceaux de l'axe hypocotylé, sauf les faisceaux cotylédonaires, sont donc réunis en une couronne incompléte. Cette couronne présente trois pointements intérieurs, ce sont les pointes des faisceaux M_1, G_1 et D_1. L'épaisseur de cette couronne a augmenté notablement par rapport à ce qu'elle était au stade I.

Une racine adventive (R fig. 16) s'insère sur l'axe hypocotylé en arrière du faisceau G_1. L'une des branches de l'insertion de cette racine s'attachait sur la gauche du faisceau D_2 au niveau de la section fig. 14.

Les faisceaux périphériques insérés sur les faisceaux de la tige ou de l'axe hypocotylé forment un groupe important situé à peu près au-dessous de la feuille F_2, mais plutôt un peu à sa droite. Ces faisceaux n'étaient pas représentés au stade I dans les sections homologues.

Niveau IV. — Ce niveau correspond à l'insertion de la racine principale. Les sections fig. 17 à 19, qui rentrent dans ce niveau, sont comparables aux sections fig. 52 à 55 du stade I. Elles montrent la réunion des faisceaux cotylédonaires au système des faisceaux de l'axe hypocotylé et l'insertion de la racine sur la terminaison de cet axe.

Section fig. 17, pl. XIII. — Cette section montre l'arrivée des faisceaux cotylédonaires dans la couronne des faisceaux de l'axe hypocotylé. Ces faisceaux cotylédonaires se rassemblent en un massif qui se place à la droite du faisceau M_2. Ces faits se voient aussi dans les sections fig. 52 et 53, pl. XII, de la plante au stade I; mais à ce stade la concentration des faisceaux en une couronne paraissait relativement moins avancée.

La racine principale insère à ce niveau les quatre pôles de son faisceau sur les faisceaux de l'axe hypocotylé. Un de ces pôles s'insère sur M_1, le second sur G_1, le troisième sur D_1, le quatrième sur le faisceau cotylédonaire médian.

Section fig. 18, pl. XIII. — La couronne libéro-ligneuse qui représente la terminaison des faisceaux de l'axe hypocotylé se ferme par la réunion des faisceaux cotylédonaires entre eux et avec les bords de la couronne. Il est à remarquer que les trois faisceaux cotylédonaires rentrent côte à côte dans l'axe hypocotylé. Ils ne représentent probablement qu'un seul faisceau divisé.

Sections 19, pl. XIII. — On voit le faisceau tétrapolaire de la racine principale encore inclus dans la masse libéro-ligneuse qui représente la terminaison de l'axe hypocotylé.

La différence entre ce niveau et le même niveau au stade I consiste dans la présence des faisceaux qui constituent le système des faisceaux du tubercule. Ils forment une masse importante du côté de la face ventrale, on en voit en outre cinq en un groupe situé entre la racine principale et la face dorsale (fig. 19, pl. XIII).

Niveau V. — La section fig. 20, pl. XIII, passe par ce niveau. Elle intéresse la base de la racine principale qui est concrescente avec le tubercule.

Tandis que, dans la plante arrivée au stade I, la section homologue de celle-ci (fig. 56, pl. XII), n'intéressait que la racine principale, on trouve en plus au stade II la masse des faisceaux qui représente le tubercule.

Sur le faisceau de la racine principale s'insèrent quatre racines secondaires, une sur le pôle correspondant à M_1, une sur le pôle correspondant à D_1, et une sur chacun des eux autres pôles un peu plus bas.

Au niveau de la section fig. 20, pl. XIII, toute la surface ventrale du tubercule est subéreuse, on ne voit plus d'épiderme que contre la racine principale et dans son voisinage. Cet épiderme représente la terminaison inférieure de la surface de l'axe hypocotylé (*Ep. AH.* fig. 20, pl. XIII).

Si nous comparons ce stade II à notre stade I, nous voyons que la différence consiste dans le développement d'un système de faisceaux périphériques dont la plupart sont directement insérés sur les faisceaux de la tige principale et de l'axe hypocotylé.

Contrairement à ce que nous avons observé pour les tubercules des *Dioscorea sinuata* et *D. altissima*, les faisceaux les plus intérieurs du tubercule sont primaires, ils présentent des trachées dans leur bois. On ne voit de faisceaux secondaires que vers la périphérie du tubercule dans le voisinage du cambiforme interne.

Stade III.

Au stade III, la tige principale de la plante a atteint une longueur égale à celle du pétiole de la feuille F_1. La deuxième feuille a un pétiole plus long que celui de la première feuille, son limbe encore incomplètement développé se compose de trois folioles. La tige principale présente un troisième entre-nœud très long qui porte dans son prolongement la troisième feuille encore très petite. Le point de végétation de la tige principale est caché complètement dans la gaîne de la troisième feuille (fig. 22, pl. XIII).

La graine est suspendue à la jeune plante par le cotylédon qui s'attache au-dessous de la seconde feuille.

Le tubercule a la forme d'un renflement volumineux situé sous la jeune plante. La surface de cet organe est irrégulièrement bosselée; de fortes racines sortent du sommet de chacune des proéminences. Ces racines produisent de bonne heure des racines secondaires.

Description des principales sections transversales de la plante arrivée au Stade III.

Dans l'exemple étudié, le bourgeon axillaire de la feuille F_1 n'est pas représenté, tandis que celui de la feuille F_2 est bien développé. Dans d'autres exemples, comme celui que nous avons décrit au stade précédent, on trouve un bourgeon axillaire dans l'aisselle de chacune des deux premières feuilles, avec prédominance du bourgeon axillaire de la feuille F_1. Mais le cas normal est la prépondérance du bourgeon axillaire de la feuille F_2. Ce fait s'accorde avec ce que nous avons vu chez *Dioscorea sinuata* et *D. altissima*.

Niveau I. — Ce niveau correspond au fond de l'aisselle de

la feuille F_2.— Dans cet exemple l'aisselle de la feuille F_2 se trouve sensiblement au même niveau que celle de la feuille F_1. Ce niveau comprend les sections fig. 23, pl. XIII, qui est comparable à la section fig. 1, pl. XIII, du stade II.

La feuille F_1 coupée à la base de son petiole présente un faisceau médian et de chaque côté un intermédiaire, un latéral divisé en deux branches, et un faisceau antérieur ; ce qui porte à neuf le nombre des faisceaux. Elle est encore entièrement libre au niveau de la section fig. 23, ses bords sont concrescents avec la tige au niveau de la section fig. 24, pl. XIII.

La feuille F_2 coupée dans sa gaîne présente un faisceau médian et de chaque côté un intermédiaire et un faisceau latéral divisé en deux branches. Elle est concrescente par ses bords avec la tige principale.

La tige principale renferme dix faisceaux différenciés (φ_1 à φ_{10} fig. 23 pl. XIII). Dans l'aisselle de la feuille F_2 on trouve la section d'une écaille unifasciculée (φEa fig. 23), dont les bords sont libres au niveau de la section fig. 23. Cette écaille est le premier appendice du bourgeon axillaire de la feuille F_2.

Niveau II.—Ce niveau correspond au fond de l'aisselle de la feuille F_1.

Les sections fig. 24 et 25, pl. XIII, qui sont comparables à la section fig. 3, pl. XIII du stade II, rentrent dans ce niveau. A ce niveau l'insertion des faisceaux des tiges de second ordre sur la tige principale n'est pas effectuée, la feuille F_1 a encore son bord gauche séparé de la tige principale.

Section fig. 24 pl. XIII. — La feuille F_1 est attachée à la tige principale par son bord droit.

Les faisceaux Ga_2 et Gp_2 de la feuille F_2 se rapprochent du cercle des faisceaux de la tige principale. Le faisceau intermédiaire droit Id_2 n'est plus représenté que par quelques éléments, il se termine en pointe libre à ce niveau.

Parmi les faisceaux de la tige principale, le faisceau φ_4

s'écarte du centre tout en devenant plus grêle. Il en est de même de φ_6.

Entre la tige Tg_1 et la région médiane de F_2, on voit la section transversale d'une tige Tg_2 dont les faisceaux, très petits, sont au stade procambial.

Le faisceau de l'écaille qui embrasse cette tige (φEa fig. 24, pl. XIII) se rapproche de la tige principale.

Section fig. 25, pl. XIII. — Les principales modifications par rapport à la section précédente sont :

1° La réunion de l'intermédiaire Ig_2 au médian M_2 de la feuille F_2 ;

2° La réunion des faisceaux φ_2 et φ_3 en une masse $\varphi_{2.3}$;

3° L'émission par un des faisceaux antérieurs de la tige Tg_2 d'une branche qui se dirige vers le faisceau φ_6 de la tige principale.

Niveau III a. — Ce niveau s'étend depuis le fond de l'aisselle de la feuille F_2 jusqu'à l'axe hypocotylé. Les sections fig. 26 à 33, pl. XIII, rentrent dans ce niveau. Elles correspondent aux sections fig. 2 à 9, pl. XIII, du stade II. Ce niveau est caractérisé par l'insertion des faisceaux des tiges de second ordre sur ceux de la tige principale et par l'arrivée des faisceaux de la feuille F_2 dans le cercle formé par les faisceaux de la tige principale.

Section fig. 26, pl. XIII. — Cette section correspond à peu près à la section fig. 3, pl. XIII, on distingue encore les bords de la feuille F_1, et en particulier le bord droit.

Les faisceaux antérieurs de la tige Tg_2 se réunissent en un arc qui se rapproche de la tige principale.

Le faisceau φ_4 de Tg_1 est relié au faisceau φ_5 par un arc anastomotique. Le faisceau φ_8 devient de plus en plus grêle.

Un lobe procambial apparaît en arrière de Ga_2. Ce petit lobe ne paraît avoir aucun rapport avec ses voisins.

Le faisceau φ_6 de la tige principale s'éloigne du centre

de figure et se réunit à la branche partie d'un faisceau de Tg_2 signalée au niveau précédent.

Section 27, pl. XIII.—Cette section correspond à la section fig. 4, pl. XIII de la plante au stade II. Dans les deux stades, on voit à ce niveau le commencement de la réunion latérale de quelques uns des faisceaux de la tige principale.

Le faisceau φ_1 se réunit à une branche du massif $\varphi_{2.3}$. L'arc résultant de la réunion de φ_4 à φ_5 se dirige obliquement en dehors vers l'espace compris entre Ga_2 et Gp_2. Le faisceau φ_7 s'élargit. Il en est de même du faisceau φ_1.

Les faisceaux de la tige Tg_2a forment un groupe irrégulier.

On voit apparaître à ce niveau dans la moitié gauche de de la face ventrale et dans l'intervalle compris entre M_2 et Gp_2 trois petits faisceaux secondaires dont l'un est relié au faisceau de l'écaille φEa (fig. 27, pl. XIII). Ces faisceaux secondaires périphériques n'existaient pas au stade II à ce niveau.

Section fig. 28, pl. XIII. — Le groupe $\varphi_{4.5}$ est arrivé entre Ga_2 et Gp_2, il se réduit à un tout petit faisceau. Le faisceau φ_{10} s'est réuni au massif $\varphi_{1.2}$. Le faisceau φ_8 se trouve en dehors du cercle des faisceaux de la tige principale, à la gauche de Da_2. Ce faisceau φ_8 se comporte comme le massif $\varphi_{4.5}$, dont il est symétrique.

Les faisceaux de la tige de second ordre Tg_2 forment un massif irrégulier dans lequel ils sont tous confondus.

On voit à la limite du tissu fondamental interne entre M_2 et Gp_2 les quelques petits faisceaux périphériques signalés au niveau de la section fig. 27.

Section fig. 29, pl. XIII.— Cette section correspond à la fig. 6, pl. XIII, du stade II. Le faisceau φ_9 de la tige principale commence à se lober pour se diviser. Les faisceaux de $Tg_2\,a$ forment quatre petits massifs.

Les faisceaux Ga_2 et Gp_2 se trouvent très près du cercle des faisceaux de la tige principale. Sur le faisceau Gp_2 s'insère un lobe périphérique.

Section fig. 30 et 31, pl. XIII. — Ces sections correspon-

dent respectivement aux sections fig. 7 et 8, pl. XIII, du stade II. Elles montrent la réunion en un seul massif des branches qui représentent le faisceau latéral droit de la feuille F_1 et le rapprochement du faisceau M_2 du centre de figure.

A ce niveau on constate au stade III un accroissement secondaire provenant d'un cambiforme situé à la périphérie du tissu fondamental interne. Ce cambiforme fournit du tissu fondamental secondaire vers l'intérieur (*Cbf* fig. 31, pl. XIII). Dans ce tissu fondamental se forment de petits faisceaux secondaires (f_2 fig. 31, pl. XIII).

Au niveau de la section fig. 30, le faisceau φ_9 a émis un lobe à sa droite, et le massif $\varphi_{10\,1.2.}$ a émis un lobe à sa gauche, nous l'appellerons φ_{10}. — Les faisceaux Dp_1, Da_1 et ad_1 qui représentent trois branches du faisceau D_1 se réunissent en un massif que nous appellerons D_1.

Au niveau de la section fig. 10, les faisceaux φ_{10} et $\varphi_9 d$ se réunissent latéralement. Il en est de même des faisceaux $\varphi_9 g$ et φ_7.

Le faisceau M_2 et les latéraux Da_2 et Dp_2 se rapprochent sensiblement du centre.

Sections fig. 32, 33, pl. XIII. — Ces sections correspondent à la section fig. 9, pl. XIII, du stade II.

Au niveau de la section fig. 32, pl. XIII, le faisceau φ_9 se sépare de φ_7. Le faisceau Gp_2 est réuni aux faisceaux $\varphi_{1.5}$ et φ_3. Sur le faisceau φ_7 s'insère un massif de Tg_2a.

Au niveau de la section fig. 33, pl. XIII, le faisceau φ_3 redevenu libre se réunit à M_2. La masse formée par la réunion de Gp_2 à $\varphi_{4.5}$ reçoit à sa gauche le massif $\varphi_{1.2}$. — D'autre part $\varphi_9 d_{10}$ se réunit à Da_2.

Le faisceau D_1 se redivise en deux.

Depuis la section fig. 30, pl. XIII la gaîne cotylédonaire (*gc* fig. 32, pl. XIII) est coupée au-dessus des faisceaux cotylédonaires. Elle est attachée sur la gauche de la face ventrale.

Niveau III b. — Ce niveau correspond à l'axe hypocotylé.

Il comprend les sections fig. 34 à 37, pl. XIII et 1 à 5, pl. XIV qui sont les homologues des sections fig. 10 à 16 pl. XIII du stade II. Ce niveau est caractérisé par l'entrée des faisceaux de la feuille F_1, puis des faisceaux cotylédonaires dans le cercle des faisceaux de la tige.

Sections fig. 34 à 37, pl. XIII. — Ces quatre sections correspondent aux sections fig. 10 et 11, pl. XIII du stade II. Elles montrent l'arrivée des faisceaux latéraux G_2 et D_2 de la feuille F_2 à droite et à gauche du faisceau médian M_1 de la feuille F_1. La réunion des deux moitiés du faisceau D_2 n'est pas encore effectuée.

Parmi les faisceaux propres de la tige principale. le faisceau φ_3 qui était au niveau de la section fig. 33, pl. XIII, réuni au médian M_2, s'en est séparé au niveau de la section fig. 34. Les faisceaux φ_7 et φ_9 sont isolés dans les sections fig. 34 et 35, pl. XIII.

Au niveau de la section fig. 35, on voit les trois faisceaux cotylédonaires coupés obliquement, ils se dirigent vers l'espace compris entre le faisceau φ_7 et M_2.

Sous l'action de l'accroissement dû au fonctionnement du cambiforme interne, l'épiderme se fend. Il se produit alors dans une assise du tissu fondamental séparée de l'épiderme par cinq ou six assises cellulaires, une zône cambiforme qui fournit vers la surface un liège protecteur.

Au niveau de la section fig. 36, pl. XIII, le massif $\varphi_{9.10.}$ se réunit à la droite de D_2, d'autre part ce faisceau D_2 reçoit à sa gauche φ_9. Le faisceau φ_7 reste en arrière de l'arc formé par φ_9, D_2, $\varphi_{9.10.}$ Le faisceau M_2 reçoit à sa gauche le faisceau φ_3.

Au niveau de la section fig. 37, pl. XIII, les faisceaux cotylédonaires forment par leur réunion latérale une bande libéro-ligneuse placée à droite de M_2, entre ce faisceau et le faisceau φ_7. — Le faisceau intermédiaire droit Id_1 se joint à la droite de M_1.

Les faisceaux du tubercule forment un groupe important situé à droite du cotylédon. Ils sont renfermés dans un tissu

abondamment pourvu d'amidon (*Tam.* fig. 37, pl. XIII). Cette région de la plante fonctionne donc comme organe de réserve.

Sections fig. 1 à 5, pl. XIV. — Ces sections correspondent aux sections fig. 12 à 16, pl. XIII du stade II. Elles passent par la moitié inférieure de l'axe hypocotylé. On voit le cercle des faisceaux de l'axe hypocotylé se rétrécir graduellement et les faisceaux se fusionner en une couronne libéro-ligneuse sur laquelle s'insèrera au niveau suivant la racine principale.

Au niveau de la section fig. 1, pl. XIV, on voit s'insérer une racine adventive sur les faisceaux propres du tubercule.

Le faisceau M_2 et les faisceaux cotylédonaires sont réunis en une seule bande du côté de la face ventrale.

Au niveau de la figure 2, pl. XIV, le faisceau D_1 se joint à l'arc anastomotique formé par la réunion des faisceaux cotylédonaires au faisceau M_2.

Au niveau de la section fig. 3, pl. XIV, l'intermédiaire Ig_1 se jette sur la gauche du faisceau M_1.

Dans la série des sections fig. 1 à 5, pl. XIV, on voit les faisceaux φ_7, G_1, D_2, M_1 et G_2 se rapprocher tous ensemble de la face antérieure ou ventrale en se dirigeant vers la bande formée par les faisceaux cotylédonaires unis à M_2 et à D_1.

Les faisceaux propres du tubercule forment au niveau de la section fig. 5, pl. XIV, deux groupes qui sont placés, l'un à droite, l'autre à gauche des faisceaux de l'axe hypocotylé.

Niveau IV. — Ce niveau est déterminé par l'insertion de la racine principale sur l'axe hypocotylé.

Il comprend les sections fig. 6 à 9, pl. XIV qui sont comparables aux sections fig. 17 à 19, pl. XIII du stade II. Ces sections montrent la réunion de tous les faisceaux de l'axe hypocotylé en une couronne sur laquelle s'insère la racine principale.

Sur la section fig. 6, pl. XIV, on voit les faisceaux G_1 et φ_7 se réunir et leur ensemble s'accoler à la bande formée par D_1, M_2, et les faisceaux cotylédonaires. A cette bande se réunissent d'autre part, du côté de M_2, l'ensemble des faisceaux G_2, M_1, D_2. La couronne libéro-ligneuse reste encore ouverte entre G_1 et D_2.

Au niveau de la section fig. 7, pl. XIV, la racine principale insère les quatre pôles de son faisceau sur la couronne libéro-ligneuse. L'un de ses pôles se met en rapport avec la région médiane des faisceaux cotylédonaires, un second avec le faisceau médian de la feuille F_1, les deux autres avec les faisceaux latéraux G_1 et D_1 de la même feuille. L'âge ne change donc pas les rapports établis primitivement.

Au niveau de la section fig. 8, pl. XIV, deux racines secondaires s'insèrent sur les pôles les plus rapprochés de la face ventrale.

Niveau V. — Ce niveau correspond à la base de la racine principale. Cette racine est concrescente à ce niveau avec le tubercule.

Ce niveau comprend les sections fig. 9 et 10, pl. XIV. Dans ces sections, on voit une racine adventive s'insérer sur les faisceaux les plus importants du tubercule (*Rad* fig. 10, pl. XIV). Cette racine sort du tubercule au milieu de la face dorsale (fig. 10).

Au niveau de la section fig. 10, on voit deux racines secondaires s'insérer sur les deux pôles internes de la racine principale. Ces racines ont leur faisceau distinct au niveau de la section fig. 11, pl. XIV (R_2).

La section transversale fig 12, pl. XIV est pratiquée dans la région moyenne du tubercule. On voit que les faisceaux, peu nombreux dans la région centrale, sont fréquemment mis en rapport latéralement par des branches anastomotiques.

Le point de végétation du tubercule a la forme d'une vallée peu profonde et très large située à la partie inférieure du tubercule. Le pourtour de cette vallée est occupé par des mamelons émoussés dont on voit sortir les racines les plus jeunes. La section verticale radiale de ce point de végétation montre à sa surface une couche subéreuse protectrice (*Lg* fig. 13, pl. XIV) formée de trois à dix assises de grandes cellules. En-dessous de ce liège, se trouve une couche d'une dizaine d'assises dont les cellules se cloisonnent très abondamment (*M* fig. 13, pl. XIV). Les cellules extérieures de cette zone fournissent le liège superficiel. Certaines cellules de la région profonde de cette zone secrètent des raphides d'oxalate de chaux. Les cellules secrétrices sont allongées parallélement à la surface.

Le tissu sous-jacent est formé d'une vingtaine d'assises de cellules plus grandes, mais qui continuent à se cloisonner. Certaines des cellules de ce tissu secrètent des raphides (*r* fig. 13). C'est dans cette zone que l'on trouve les faisceaux coupés transversalement ou longitudinalement par les sections radiales du point de végétation. Dans cette région les faisceaux sont à l'état procambial, ou bien leur différenciation est peu avancée. On trouve au plus dans ces faisceaux les premiers éléments ligneux qui sont des trachées (*f* fig. 13, pl. XIV). Ces trachées sont situées vers l'intérieur, le liber étant plus près de la surface (fig. *id*).

La surface du tubercule est occupée par des cellules subérifiées à parois épaissies et ponctuées. Dans les tubercules jeunes, cette subérisation peut même se produire dans les cellules du tissu fondamental sous-épidermique lorsque le cambiforme sous-jacent est déjà caractérisé. Les cellules subéreuses que nous avons décrites à la surface du point de végétation et qui existent encore sur les parties jeunes du tubercule sont exfoliées plus tard et remplacées par des cellules issues d'un cambiforme sous-jacent. C'est sur ces

cellules que porte la subérisation dans le tubercule adulte. Sur une section horizontale du tubercule, ces cellules sont allongées parallèlement à la surface, leur grand axe est horizontal, il atteint environ cinq fois la longueur de l'axe horizontal radial (*S* fig. 14, pl. XIV). Les ponctuations sont allongées perpendiculairement au grand axe de la cellule et alignées en files parallèles à ce même axe. La section verticale de ces cellules montre à peu près le même diamètre dans tous les sens.

Sous ces cellules épaissies se trouvent une ou deux assises de cellules subéreuses non épaissies, et en dessous les cellules du cambiforme (*cbfe*) qui a produit le liège superficiel (fig. 14, pl. XIV).

Plus intérieurement on voit le tissu fondamental cortical primaire (*Tf*, fig. 14, pl. XIV), dont les cellules ont des dimensions variables; ces cellules laissent entre elles de petits méats. La limite entre cette région corticale et le tissu fondamental interne est nettement indiquée parce que les cellules de ce dernier tissu sont remplies d'amidon. Cette substance, qui forme à elle seule toute la réserve du tubercule, se trouve sous forme de très petits grains. Chaque cellule en contient un grand nombre.

Dans les gros tubercules, comme ceux que M. Treub m'avait envoyés de Buitenzorg, les cellules du tissu amylifère présentent sur leurs parois un réseau d'épaississement rappelant celui que l'on observe sur la cuticule des feuilles du *D. pentaphylla*.

On ne trouve pas dans le tubercule adulte sous la couche corticale, le second cambiforme, si fréquent dans les tubercules des Dioscorées; ce cambiforme, qui produit vers l'intérieur du tissu fondamental secondaire dans lequel se forment des faisceaux secondaires fait défaut chez *H. hirsuta*. Les faisceaux secondaires manquent également dans le tubercule adulte de l'*H. hirsuta*.

Chacun des faisceaux intérieurs du tubercule (fig. 15, pl. XIV) se compose de six à dix éléments ligneux avec trachées

antérieures et d'une masse libérienne située en arrière du bois. Ce liber contient de grandes cellules grillagées (*cg* fig. 15, pl. XIV).

Les faisceaux les plus extérieurs sont plus grêles.

Le tubercule à la fin de la première période de végétation.

La jeune plante de l'*H. hirsuta* à la fin de la première année de végétation présente un tubercule arrondi dont le point de végétation se trouve à la partie inférieure. Son extrémité supérieure porte la tige aérienne et le pétiole d'une feuille; toute cette partie aérienne s'est desséchée à la fin de la période de végétation. Le reste de la surface du tubercule est parsemé d'éminences à l'extrémité de chacune desquelles on trouve une racine desséchée.

Les tubercules de la plante âgée.

Au moment de la reprise de la végétation, on voit se développer une tige aérienne aux dépens d'un bourgeon situé près de la base de la première tige. Ce bourgeon est ordinairement situé dans l'aisselle de la feuille F_2.

Pendant cette seconde période de végétation, le tubercule de la première année se vide et l'on voit se former à sa partie supérieure, dans la région d'insertion de la tige aérienne, un renflement qui est le début d'un nouveau tubercule. Le point de végétation, la surface, la nature des faisceaux sont les mêmes que dans le tubercule de la première année. Les faisceaux du tubercule nouveau s'insèrent sur ceux de la tige aérienne et de la partie supérieure du tubercule ancien. Le point de végétation du nouveau tubercule se différencie dans un renflement secondaire formé à la base de la tige aérienne. Ce renflement est vascularisé par de petits faisceaux secondaires insérés sur les faisceaux de la tige aérienne. Dans chaque renflement

ainsi formé se différencie un point de végétation de tubercule, parfois il s'en forme plusieurs comme le montre la fig. 3, pl. XVIII; dans cette plante, trois nouveaux tubercules se sont formés simultanément.

En résumé nous voyons qu'au point de vue de sa formation et de sa valeur dans la jeune plante, le tubercule de l'*H. hirsuta* se rapproche beaucoup de celui du *Tamus*. Cet organe est tout d'abord le résultat d'un accroissement secondaire qui se produit dans les deux premiers entrenœuds de la tige principale et dans l'axe hypocotylé. Ultérieurement un point de végétation se produit dans l'extrémité inférieure de cet organe et les cloisonnements au lieu de se continuer comme chez le *Tamus* en gardant le caractère de cambiformes, deviennent plus abondants et produisent d'une part vers l'extérieur un tissu subéreux analogue à une pilorhize, et d'autre part vers l'intérieur une masse de cellules jouant le rôle d'un véritable méristème. Dans ce méristème se différencient les faisceaux qui, au lieu d'être des faisceaux secondaires comme dans le tubercule du *Tamus*, sont des faisceaux primaires. La croissance du tubercule est beaucoup plus rapide que celle du tubercule du *Tamus*. D'autre part, comme le tubercule de l'*H. hirsuta* ne dure qu'une année et ne s'accroît pas en épaisseur, le cambiforme interne fait défaut. Nous avons vu que le rôle de ce cambiforme interne était de produire du tissu fondamental secondaire dans lequel se forment des faisceaux secondaires.

Nous conclurons de l'étude précédente que le tubercule de l'*Helmia hirsuta* a la même origine que celui du *Tamus communis*, mais son point de végétation au lieu de fonctionner par deux cambiformes, fournit un véritable méristème dans lequel se différencient des faisceaux primaires.

Ce caractère nouveau de la présence d'un méristème dans le sommet du tubercule n'est pas un fait isolé, il est encore

beaucoup plus net dans le tubercule du *Dioscorea repanda*. Nous le retrouverons aussi chez le *D. Kita* où il est plus accusé encore. Le *D. Kita* est une espèce dont le tubercule a une croissance très précoce et très rapide ; au point de vue de sa forme et de sa structure, ce tubercule est identique à celui du *D. Batatas*. Ce dernier se rattache lui même très facilement au tubercule du *D. illustrata*.

Nous arrivons ainsi à concevoir l'origine de ces étranges organes qui ont un point de végétation de racine et des faisceaux primaires unipolaires. L'organe primitif est très probablement un tubercule comme celui du *Tamus* qui a une origine secondaire. Cet organe a pris une forme particulière dans les *D. sinuata* et *D. altissima*, par la différenciation d'une face spéciale pour l'insertion des racines. La production d'un point de végétation à croissance rapide capable de fournir un véritable méristème prolonge l'organe d'origine secondaire par une formation dont les faisceaux sont primaires et unipolaires et dont la croissance est beaucoup plus rapide.

§ 5. — Développement et structure du Tubercule du Dioscorea repanda.

C'est encore à l'extrême bienveillance de M. le Professeur M. Treub que je dois les graines du *Dioscorea repanda*, dont il m'a été possible d'étudier les germinations. Toutefois je n'ai eu à ma disposition qu'un petit nombre de plantes, de sorte que je n'ai pu entreprendre l'étude des divers stades que pour des états de développement plus éloignés les uns des autres que pour les espèces précédentes.

Au stade I, alors que le tubercule n'est pas encore indiqué,

la jeune plante n'a qu'une seule feuille développée (fig. 16, pl. XIV). La gaîne de cette feuille embrasse un bourgeon protégé par une écaille. Le bourgeon appartient à la tige principale. Le cotylédon, sessile, reste entièrement enfermé dans la graine. Celle-ci adhère au sol par son aile circulaire (*Gr*, fig. 16, pl. XIV). L'axe hypocotylé est très court, il reçoit l'insertion de la racine principale. Latéralement il porte quelques racines adventives plus fortes.

A un stade plus avancé que nous prendrons comme stade II (fig. 17, pl. XIV), la feuille F_2 n'est toujours représentée que par une écaille située en face de F_1 ($Ec\,f_2$ fig. 17, pl. XIV), et elle restera à cet état. Le troisième entrenœud de la tige principale atteint à peu près la longueur du pétiole de la première feuille; en haut de cet entrenœud, on voit une feuille F_3 encore inconplètement développée. De l'aisselle de l'écaille EcF_2 sort une tige Tg_2. Dès ce moment, la région d'insertion de la feuille F_2 paraît renflée, c'est le début du renflement qui précède la formation du tubercule.

Au stade III représenté fig. 18, pl. XIV, le premier entrenœud de la tige Tg_2 atteint une longueur égale à celle du pétiole de la première feuille. La tige Tg_1 se compose de deux premiers entrenœuds inférieurs courts et de cinq longs entrenœuds portant chacun une feuille. Les deux premiers entrenœuds de la tige principale et la base de la tige axillaire Tg_2 sont renflés. Cette partie reçoit l'insertion de nombreuses racines.

Dans la plante représentée fig. 19, pl. XIV, stade IV, la tige Tg_2 a un plus grand nombre d'entrenœuds, elle est plus forte que la tige principale Tg_1. La surface des entrenœuds inférieurs des tiges est recouverte d'émergences qui deviendront des aiguillons. Le point de végétation du tubercule s'est différencié sous la forme d'un renflement terminé inférieurement par une pointe mousse qui s'enfonce verticalement dans le sol.

Au stade représenté fig. 20, pl. XIV, la tige Tg_2, toute couverte d'aiguillons, est plus forte que la tige Tg_1. Une

troisième tige Tg_3 est représentée par un bourgeon allongé inséré à la base de Tg_2. Le tubercule forme une masse allongée en massue, crevassée par des déchirures superficielles allongées verticalement, son point de végétation est terminal. La base du tubercule donne insertion à de nombreuses racines.

Stade I.

Description des principales sections transversales de la jeune plante au Stade I (fig. 16, pl. XIV).

Niveau I.— Ce niveau correspond au fond de l'aisselle de la feuille F_2. Il comprend les sections fig. 21 à 25, pl. XIV.

Section fig. 21, pl. XIV. — Cette section montre une feuille F_1 encore libre coupée dans son pétiole. Ce pétiole possède cinq faisceaux : un médian M_1 et deux latéraux divisés chacun en deux branches. La feuille F_2 est représentée par une écaille réduite qui embrasse la tige principale. Elle montre un seul petit faisceau M_2. La tige principale Tg_1 renferme neuf faisceaux dont la différenciation libéro-ligneuse déjà assez avancée n'est pas encore terminée. Entre la tige Tg_1 et la région dorsale de l'écaille F_2 on voit à ce niveau la section d'une autre écaille épaisse qui renferme un faisceau *fEc*, c'est l'écaille basilaire de la tige Tg_2. Le point de végétation de la tige Tg_2 est indiqué en $PVTg_2$. Il est totalement enfermé dans l'écaille *Ecax*.

Section fig. 22, pl. XIV. — Au niveau de cette section la tige Tg_2 a neuf faisceaux au stade procambial. A gauche de cette tige, une autre tige plus jeune Tg_3 est représentée par un méristème entouré d'un dermatogène. Cette tige est abritée par une écaille sans faisceau coalescente avec Tg_1. Cette écaille est recouverte par l'écaille *Ec ax*.

Parmi les faisceaux de Tg_1 que je désigne par φ_1, φ_2,

φ_3 . . . . . φ_9 le faisceau φ_4 a reçu l'insertion d'un lobe $4p$ qui s'écarte du cercle des faisceaux de Tg_1. Les faisceaux φ_2 et φ_7 s'écartent du centre de figure de Tg_1.

Sections fig. 23 à 25, pl. XIV. — Les faisceaux antérieurs de la tige axillaire Tg_2 se rapprochent de ceux de la tige principale. L'un d'eux s'insère au niveau de la section fig. 25 sur le faisceau φ_7. — On voit en outre s'insérer sur les faisceaux de Tg_1 du côté dorsal (vers la feuille F_1) et sur certains faisceaux de Tg_2 des branches qui se dirigent vers la périphérie. Elles servent à l'insertion d'une grosse racine adventive que l'on voit indiquée fig. 24 et 25, par son point de végétation (*Rad*). Ces petits faisceaux périphériques sont ici des éléments d'un réseau d'insertion d'une racine adventive.

Au niveau des sections 23 et 24, le faisceau φ_2 de Tg_1 se réunit au faisceau φ_3, de même φ_5 et φ_6.

Un certain nombre des faisceaux de Tg_2 et de Tg_3 restent à la périphérie du tissu fondamental interne, du côté ventral (fig. 25, pl. XIV).

Niveau II. — Ce niveau correspond au fond de l'aisselle de la feuille F_1, il comprend les sections fig. 26 et 27, pl. XIV.

A ce niveau, la feuille F_1 devient concrescente avec la tige par son bord gauche. *Il n'y a pas de bourgeon dans l'aisselle de cette feuille F_1.*

On voit se continuer à ce niveau la réduction du nombre des faisceaux de la tige principale: au niveau de la section fig. 27, les faisceaux φ_3 et φ_4 se réunissent en un massif $\varphi_{3.4}$ qui reçoit l'insertion d'un lobe périphérique $3.4p$.

Le faisceau médian M_2 de la feuille F_2 réduite à l'état d'écaille se jette à ce niveau sur le faisceau φ_7 (fig. 27).

Les deux petits faisceaux qui représentent le faisceau latéral G_1 de la feuille F_1 se réunissent en un seul massif (fig. 27, pl. XIV).

Niveau III a. — Ce niveau correspond au premier entre-nœud de la tige principale. Il comprend les sections fig. 28 à 36, pl. XIV. Il est caractérisé par l'entrée des faisceaux de la feuille F_1 dans le cercle des faisceaux de la tige principale. En même temps ce cercle se rétrécit.

Section fig. 28, pl. XIV. — Cette section montre la concrescence complète de la feuille F_1 avec la tige principale. Les massifs $\varphi_{5.6}$ et φ_7 reçoivent l'insertion des faisceaux de Tg_2. Le faisceau φ_2 passe en arrière de $\varphi_{3.4}$. De même φ_7 a contourné la masse φ_8 en arrière, pour venir se placer entre φ_8 et φ_9.

Une masse importante $2p$ s'est séparée du faisceau φ_2 et se trouve en arrière de $\varphi_{3.4}$, elle s'achemine vers la face ventrale.

Le lobe $3.4p$ s'est aussi dirigé vers la face ventrale, il touche à ce niveau la région postérieure du massif $\varphi_{5.6}$.

Section fig. 29, pl. XIV. — La masse $\varphi_{5.6}$ se divise en deux moitiés que nous appellerons φ_5 et φ_6. — Le faisceau résultant de la réunion de φ_7 et de M_2 s'intercale entre φ_8 et φ_9.

Section fig. 30, 31 et 32, pl. XIV. — Les faisceaux de Tg_2 qui se trouvent à la périphérie du côté de la face ventrale se réunissent de façon à former cinq massifs au niveau de la section fig. 30, — puis trois massifs au niveau de la section fig. 31, et le tout s'insère au niveau de la section fig. 32, sur les faisceaux φ_5 et φ_6 de Tg_1. En même temps la masse $2p$, réunie à $(3+4)p$, vient toucher la région postérieure de φ_5.

Au niveau de la section fig. 31, les faisceaux G_1, φ_9 et φ_1 sont réunis latéralement et reçoivent l'insertion d'un lobe périphérique. — Ces faisceaux φ_9, φ_1 et G_1 se séparent de nouveau un peu plus bas.

Section fig. 33, pl. XIV. — Les faisceaux G_1, M_1 et les deux lobes de D_1 s'intercalent dans le cercle des faisceaux de Tg_1. Le faisceau D_1a se réunit à une branche du faisceau φ_6.

Une grosse masse libéro-ligneuse occupe tout l'emplacement de l'insertion des faisceaux de Tg_2 sur Tg_1. Elle est reliée à la partie postérieure de φ_6. Le bois qu'elle contient est à l'état diaphragmatique; elle représente l'insertion du faisceau d'une forte racine adventive sur la base de Tg_2.

Section fig. 34, pl. XIV.— La racine *Rad* a son faisceau différencié en bois et en liber ; elle est insérée profondément. La face ventrale de l'organe est constituée par une couche épidermique. — Les faisceaux φ_5 et φ_6 se réunissent de nouveau, φ_9 et φ_1 sont fondus en un seul massif; il en est de même de $\varphi_{3.4}$ et de φ_2.

Section fig. 35, pl. XIV. — Les faisceaux $\varphi_{5.6}$ et φ_8 se réunissent latéralement. M_1 reçoit à sa droite les faisceaux φ_2 et $\varphi_{3.4}$.

Nous assistons à la réduction graduelle du nombre des faisceaux de la tige Tg_1.

Section fig. 36, pl. XIV. — Le massif G_1 reçoit à sa droite le massif résultant de la réunion de φ_9 à φ_1, à sa gauche le groupe formé par $\varphi_{5.6}$ et φ_8.

En somme, les faisceaux de la tige principale se sont réunis aux faisceaux M_1 et G_1 pour former deux masses importantes K et H (fig. 36, pl. XIV). Les deux lobes de D_1 sont encore distincts à ce niveau, mais ils sont très rapprochés, aucun des faisceaux de la tige ne s'est intercalé entre eux.

Niveau III b.—Ce niveau comprend tout l'axe hypocotylé qui est ici *excessivement court.*

Au-dessous du niveau précédent, tous les faisceaux se réunissent en une couronne ouverte du côté du faisceau cotylédonaire *fc* (fig. 37, pl. XIV). Celui-ci vient compléter la couronne et se place entre $\varphi_{5.6}$ et φ_8, à peu près au point où s'était faite plus haut la réunion de M_2.

La racine principale R_1 a un faisceau bipolaire qui insère un de ses pôles sur le faisceau cotylédonaire, l'autre sur M_1.

Les particularités de cette jeune plante sont les suivantes :

1. La seconde feuille F_2 est représentée par une écaille unifasciculée. Elle ne développe ni pétiole ni limbe.

2. Dans l'aisselle de cette écaille F_2, on trouve un bourgeon axillaire entouré d'une écaille unifasciculée.

3. La première feuille F_1 de la jeune plante est normalement développée, son aisselle ne renferme pas de bourgeon axillaire.

Nous constatons donc chez cette plante une sorte de balancement entre le développement des feuilles F_2 et F_1 et celui des bourgeons axillaires de ces feuilles. La feuille réduite à l'état écaille présente un fort bourgeon axillaire, tandis que la feuille F_1, complètement développée, ne présente pas trace de bourgeon dans son aisselle.

4. Les racines adventives apparues de très bonne heure s'insèrent à divers niveaux, en particulier sur la région où les faisceaux de la tige axillaire Tg_2 se réunissent à ceux de Tg_1. Ce dispositif met la base de la première tige de second ordre en rapport direct avec une forte racine. — L'insertion de ces grosses racines adventives détermine la formation d'un système de faisceaux périphériques, d'origine primaire, constituant un réseau radicifère.

A ce stade, le tubercule n'est pas représenté.

Stade II.

Au stade représenté fig. 17, pl. XIV, la jeune plante ne diffère du stade précédent que par la formation de racines adventives nouvelles ; le réseau radicifère est beaucoup plus développé, les racines étant plus nombreuses.

Les rapports de la feuille F_1 avec la tige principale, l'insertion de la racine principale sur l'axe hypocotylé restent les mêmes.

La section fig. 38, pl. XIV, passe à peu près au même niveau que la section fig. 36, pl. XIV, du stade précédent. On voit sur cette section un réseau donnant insertion à trois racines adventives. Ce réseau est formé par de grandes masses diaphragmatiques, reliant les faisceaux de la tige à ceux des racines. — La racine principale, insérée dans le prolongement de la tige principale, est très grêle, comparativement aux larges racines adventives.

Stade III.

Au stade représenté fig. 18, pl. XIV, la région d'insertion de la tige Tg_2 sur la tige principale est renflée ; la tige Tg_2 est courbée dans sa région inférieure, de sorte que sa portion dressée est écartée de la tige Tg_1.

Description des principales sections transversales de la plante au Stade III.

Niveau I.— Ce niveau correspond au fond de l'aisselle de la feuille F_2. Il comprend les sections fig. 39 et 40, pl. XIV, qui sont comparables aux sections 23 à 25 du stade précédent.

Section fig. 39, pl. XIV.— Cette section rencontre la tige principale et la tige Tg_2. L'écaille F_2 est déchirée, ses attaches sont visibles en F_2 et en F'_2.

La tige principale reçoit l'insertion d'une racine adventive R insérée sur la face dorsale. Les tiges Tg_1 et Tg_2 renferment chacune neuf faisceaux. La tige Tg_2 fait une forte saillie sur la face ventrale. A sa droite, on voit deux points de végétation de tige (Tg_3 et Tg_4) abrités sous une écaille dont les bords s'insèrent directement sur la tige principale. Cette écaille se trouve entièrement dans l'aisselle de F_2. Les tiges Tg_3 et Tg_4 sont axillaires au même titre que Tg_2 puisqu'elles

sont comme elle insérées directement sur la tige principale et dans l'aisselle de la feuille F_2.

Entre les tiges Tg_1 et Tg_2, on voit un certain nombre de branches horizontales *m* qui s'insèrent directement sur les faisceaux de Tg_3 et de Tg_4 et sur certains faisceaux de Tg_2. Ces branches se dirigent vers la gauche (1) en traversant le tissu fondamental compris entre les tiges Tg_1 et Tg_2. Quelques branches se dirigent aussi vers la droite. Le tissu fondamental qui enveloppe ces faisceaux est recloisonné parallèlement à la surface.

Section fig. 40, pl. XIV. — Cette section a à peu près la même configuration que la précédente. En plus de la racine *R* on voit une seconde racine insérée sur Tg_1. A droite et à gauche de la section, dans les régions où venaient les petits faisceaux horizontaux de la section précédente, on trouve des faisceaux grêles plus ou moins rapprochés échelonnés sur un seul rang en avant d'une zone dont les éléments se cloisonnent parallèlement à la surface. Ces petits faisceaux sont des faisceaux secondaires. Ils sont en relation d'après ce que nous venons de voir avec les faisceaux des tiges axillaires.

Cette section montre en outre la formation autour des faisceaux de Tg_1 d'un large diaphragme *Rf* jouant le rôle de réseau radicifère. Ce réseau est aussi relié à certains faisceaux de Tg_2. Il reçoit l'insertion des faisceaux des racines *R* et *Rad*.

La section fig. 41, pl. XIV, montre la continuation de l'insertion des faisceaux des racines sur le réseau radicifère. Des branches vasculaires insérés sur le réseau se dirigent vers la périphérie, elles représentent une partie de l'insertion du faisceau d'une nouvelle racine adventive *R''* que nous verrons dans les sections suivantes.

---

(1) Dans ces descriptions, je suppose toujours l'observateur placé dans l'axe de la tige Tg_1 et regardant les parties qu'il décrit.

On voit encore sur cette section la mise en rapport des faisceaux de la tige Tg_2 avec ceux de Tg_1. La tige Tg_2 n'a plus que trois faisceaux distincts.

Section fig 42, pl. XIV. — Le faisceau φ_1 était en rapport au niveau de la section précédente avec le réseau radicifère; nous voyons au niveau de la section fig. 42 ce faisceau se relier latéralement aux faisceaux $\varphi_{1 \text{ à } 4}$.

Des massifs libéro-ligneux encore en grande partie représentés par des éléments diaphragmatiques se séparent du réseau radicifère et forment quatre groupes distincts en arrière des faisceaux φ_5 à φ_7 et deux massifs en arrière du groupe des faisceaux $\varphi_{1 \text{ à } 4}$.

Sur la masse formée par la réunion des faisceaux $\varphi_{1 \text{ à } 4}$ de Tg_1 s'insèrent les derniers faisceaux de Tg_2.

La feuille F_1 est concrescente avec la tige Tg_1 par son bord droit. Il n'y a pas de bourgeon dans l'aisselle de cette feuille.

Niveau III a.— Ce niveau correspond au premier entrenœud de la tige principale. Il comprend les sections fig. 43 à 46, pl. XIV, comparables aux sections fig. 28 à 36, pl. XIV, du stade I.

Section fig. 43, pl. XIV. — Au niveau de cette section, les faisceaux 1 et 2 de Tg_1 forment encore une masse unique sur laquelle s'insère en arrière une forte branche du réseau radicifère. Une branche un peu plus faible s'insère sur le massif résultant de la réunion des faisceaux φ_6 et φ_7 de Tg_1.

La feuille F_1 est complètement réunie à la tige Tg_1 ; ses faisceaux sont réduits à trois par suite de la réunion des intermédiaires aux latéraux.

Un cambiforme situé à la limite interne de la région corticale cotoie la face ventrale. En avant de ce cambiforme se trouve une rangée de petits faisceaux secondaires.

Section fig. 44, pl. XIV.— Les faisceaux φ_1, φ_2, φ_3, φ_6 et φ_7

redeviennent distincts. Des branches du réseau radicifère s'attachent sur les faisceaux φ_1, φ_2 et φ_3.

Les faisceaux G_1, M_1, D_1, de la feuille F_1, se rapprochent de la couronne des faisceaux de la tige principale.

Section fig. 45, pl. XIV.— Les faisceaux de la feuille F_1 s'intercalent dans le cercle formé par les faisceaux de la tige principale. Le faisceau M_1 se place entre les faisceaux φ_1 et φ_2, le faisceau G_1 entre les faisceaux φ_1 et φ_7, et D_1 entre les faisceaux φ_2 et φ_3. Le réseau radicifère est encore représenté à ce niveau par deux masses principales, l'une en arrière des faisceaux φ_1, D_1 et φ_3, l'autre en arrière des faisceaux φ_6 et φ_7 de Tg_1.

Entre la couronne des faisceaux de la tige Tg_1 et la face ventrale, on trouve à ce niveau un tissu fondamental secondaire dans lequel cheminent obliquement des faisceaux très grêles. On voit en *PVRad*, le point de végétation d'une forte racine adventive qui s'insèrera dans cette région.

Section fig. 46, pl. XIV. — Les faisceaux G_1, φ_1, M_1, φ_2, D_1 et φ_3 se sont réunis en une masse anastomotique sur laquelle s'insèrera une nouvelle racine. De même les faisceaux φ_6 et φ_7 sont touchés par une masse diaphragmatique qui donnera aussi insertion à un faisceau de racine.

La région comprise entre les faisceaux de la tige principale et la face ventrale est occupée encore par un tissu fondamental secondaire dans lequel on voit un certain nombre de petits faisceaux.

Au-dessous de ce niveau, les tissus compris entre la tige Tg_1 et la face ventrale ne renferment plus de faisceaux; cette région est occupée par un méristème encore imparfaitement caractérisé résultant du recloisonnement des cellules dérivées du cambiforme voisin de la face ventrale.

Le réseau radicifère se réduit rapidement, ses ramifications se jettent sur les faisceaux de Tg_1. Ceux-ci se réunissent ensemble et forment une couronne à laquelle vient s'adjoindre le faisceau cotylédonaire. C'est sur cette

couronne que vient s'insérer la racine principale ; cette insertion se fait comme au Stade I.

Au-dessous de la région méristématique du niveau précédent, c'est-à-dire entre l'axe hypocotylé et la face ventrale, on voit un grand nombre de cellules à raphides, comme on en trouve au voisinage de la surface des points de végétation des tubercules et des racines de la plupart des Dioscorées.

Au *Stade III*, le *Dioscorea repanda* est donc caractérisé par les particularités suivantes :

1° formation du côté de la face ventrale d'un abondant tissu fondamental secondaire au milieu duquel s'établissent des faisceaux secondaires. Ceux-ci sont en relation avec les faisceaux des tiges axillaires Tg_2 et Tg_3 ;

2° présence d'un large réseau radicifère dont certaines branches peuvent s'individualiser et former un second cercle de faisceaux en dehors de la couronne de la tige principale ;

3° formation d'une masse méristématique encore mal caractérisée situé entre la tige Tg_1 et la face ventrale, au-dessous des bourgeons ou tiges axillaires de l'écaille F_2.

Stade IV.

Nous étudierons comme stade plus avancé l'état d'une plante qui a développé sa tige principale et une tige de second ordre. A ce stade représenté fig. 19, pl. XIV, le tubercule se présente sous la forme d'une saillie peu accentuée terminée par une pointe mousse qui s'enfonce verticalement dans le sol. A côté de la base de la tige Tg_2 se trouve un fort bourgeon enveloppé d'une écaille; ce bourgeon est celui de la tige Tg_3 que nous avons déjà signalé au stade précédent.

Une section dans la base de la tige principale montre que le tissu fondamental cortical est très épaissi, les cellules se sont recloisonnées par l'action de cambiformes diffus.

Description des principales sections transversales de la plante arrivée au Stade IV (fig. 19, pl. XIV).

Les changements survenus depuis le stade précédent sont localisés aux niveaux III *a* et III *b*.

Niveau III a. — Ce niveau correspond au premier entrenœud de la tige principale.

La section fig. 47, pl. XIV, passe dans le haut du premier entrenœud de la tige principale, au-dessous de l'aisselle de la feuille F_1. Elle correspond à la section fig. 43, pl. XIV, du stade III. On voit sur cette section l'insertion de quatre fortes racines adventives (*Rad*) sur les faisceaux de la tige principale. La tige Tg_2 a encore ses faisceaux isolés disposés sur un cercle. Leur insertion sur la tige Tg_1 se fait plus bas qu'au stade précédent. La feuille F_1 présente trois faisceaux M_1, G_1, D_1; elle est insérée à l'opposé de Tg_2.

A côté et à droite de Tg_2, on voit un bourgeon d'une tige Tg_3 et plus à droite encore un autre bourgeon Tg_4 moins développé.

La section fig. 48, pl. XIV, se trouve au même niveau que les sections fig. 32, pl. XIV, du stade I, et fig. 45, pl. XIV, du stade III. Elle correspond à l'intercalation des faisceaux de la feuille F_1 dans le cercle des faisceaux de Tg_1 et à l'insertion des faisceaux de la tige Tg_2 sur les faisceaux de la tige principale. De même qu'au stade III, nous trouvons du côté de la face ventrale un certain nombre de faisceaux secondaires f_2 produits dans une masse de tissu fondamental secondaire. Ces faisceaux s'attachent, comme nous l'avons montré au stade III, sur les faisceaux de la tige Tg_1 et sur ceux des tiges Tg_3 et Tg_4. C'est sur eux que s'insèreront les nouvelles racines adventives. Ce sont ces faisceaux qui se prolongeront dans le tubercule.

Niveau III b.— Ce niveau correspond à l'axe hypocotylé.

Section fig. 49, pl. XIV. Cette section se trouve au niveau de la fig. 37, pl. XIV, du stade I. Elle montre l'insertion des derniers faisceaux de Tg_2 sur les faisceaux de Tg_1. De fortes racines adventives s'insèrent à droite et à gauche sur l'ensemble des petits faisceaux signalés au niveau précédent.

Les faisceaux de la tige principale Tg_1 sont réunis en une couronne vasculaire sur laquelle s'insérera la première racine.

Niveau IV. — Ce niveau correspond à la base de la première racine et du tubercule.

Section fig. 50, pl. XIV. Cette section est inférieure à la section fig. 37, pl. XIV, du stade I et à la section fig. 46, pl. XIV du Stade III; la racine principale a son faisceau différencié, nous sommes par conséquent au-dessous de l'axe hypocotylé.

Deux racines adventives s'insèrent l'une à droite, l'autre à gauche d'une masse diaphragmatique *D*. Celle-ci est en rapport avec la région d'insertion des faisceaux de Tg_2 sur la tige principale.

Section fig. 51, pl. XIV. — On voit au centre de la section transversale le faisceau de la racine adventive insérée sous la première tige de second ordre. D'un côté de la section, on voit encore une racine coupée obliquement, insérée plus haut sur la masse diaphragmatique *D*. On voit en outre dans cette section un grand nombre de petits faisceaux non différenciés, dans un tissu à disposition radiée.

Section fig. 52, pl. XIV. — Cette section rencontre une racine adventive *Rad* et un organe beaucoup plus volumineux qui est le petit tubercule *T*. La racine présente un faisceau à dix pôles. Le tubercule renferme de nombreux petits faisceaux peu différenciés, dans un tissu fondamental primaire. Il n'y a plus de cambiforme vers la périphérie. Les faisceaux les plus avancés dans leur différenciation possèdent une seule trachée antérieure, ils sont unipolaires.

Au-dessous du niveau précédent, les sections rencontrent un tissu central méristématique dans lequel se différencient les faisceaux du tubercule. Ces faisceaux sont la continuation des petits faisceaux secondaires signalés dans les sections fig. 48 à 51, pl. XIV. La surface de l'organe est de nature subéreuse et ressemble à celle d'une racine.

Par rapport à la plante arrivée au stade III, celle que nous venons d'étudier est caractérisée par la formation d'un organe tubéreux dont les faisceaux sont unipolaires et orientés comme ceux d'une tige. Ces faisceaux se différencient au sein d'un méristème qui se trouve dans le tubercule au voisinage de l'extrémité inférieure de l'organe. Ces faisceaux sont les prolongements des faisceaux secondaires insérés sur la périphérie de la tige principale et des tiges axillaires.

Le point de végétation propre du tubercule se forme par le recloisonnement des cellules dérivées du cambiforme interne. Ces cellules en continuant à se cloisonner forment un véritable méristème capable d'engendrer des tissus primaires.

Le tubercule aura donc une structure primaire, et ses faisceaux se rattacheront à ceux de la tige principale et aux tiges axillaires par un système de petits faisceaux secondaires différenciés dans un tissu fondamental issu d'un cambiforme, par conséquent secondaire.

Ces faisceaux secondaires reçoivent l'insertion des racines adventives qui se forment à la base de la jeune plante; ils jouent donc le rôle de réseau radicifère.

Le Tubercule de la plante après une première période de végétation.

En section radiale, le point de végétation du tubercule ressemble complètement à celui d'une forte racine. A quelque distance de la surface subéreuse se trouve un méristème à cloisonnements très actifs dans lequel se forment

les faisceaux. Il n'y a pas d'initiales spéciales pour les diverses couches de l'organe. Entre le méristème et l'extrémité de l'organe, il y a de nombreuses cellules à raphides allongées parallèlement à l'axe du tubercule.

Ce tubercule prend la forme d'un organe cylindrique à l'extrémité inférieure duquel se trouve le point de végétation.

Dans le tubercule en voie de développement on trouve à la limite du tissu fondamental interne une zône de trois ou quatre assises de cellules dont les cloisonnements se continuent assez longtemps. La surface est occupée par six à huit assises de cellules subéreuses formant une couche qui recouvre le tubercule jeune tout entier. Sous ce liège on voit un cambiforme constitué par des cellules aplaties. Ce cambiforme s'éteint de bonne heure. — Entre le cambiforme et le tissu fondamental interne s'étend un tissu cortical formé d'une dizaine d'assises cellulaires. Ce tissu est primaire, il dérive directement des cellules méristématiques du point de végétation.

La surface du tubercule adulte est recouverte d'un nombre variable d'assises cellulaires subérifiées. Le tissu cortical sous-jacent est formé de tissu fondamental primaire dont les cellules présentent des méats.

Lorsque le tubercule s'accroît et que l'enveloppe externe ne suffit plus à contenir la masse interne, il se produit des fentes superficielles (fig. 20, pl. XIV) en même temps que se différencie un cambiforme dans la région corticale profonde (*Cbfi* fig. 55, pl. XIV). Ce cambiforme fournit, vers la surface, du liège destiné à remplacer les tissus superficiels.

Les faisceaux sont à peu près régulièrement distribués dans tout le tissu fondamental interne. Dans la région moyenne du tubercule d'une plante d'un an, ces faisceaux sont disposés sur trois cercles plus ou moins réguliers (fig. 1, pl. XV). D'une façon générale les faisceaux intérieurs sont les plus gros, ils présentent des trachées dans leur portion antérieure; ce sont des faisceaux unipolaires (fig.

54, pl. XIV). En arrière des trachées viennent de grands vaisseaux à section polygonale. Le liber forme une masse importante dans la région postérieure du faisceau; il renferme de grandes cellules grillagées *cg* (fig. 54, pl. XIV). Chacun de ces faisceaux est enveloppé par une gaîne mécanique de une à trois assises de cellules (*Gm* fig. 54, pl. XIV).

Les faisceaux externes sont plus grêles, les plus extérieurs sont ceux dont la différenciation est la plus tardive (fig. 53, pl. XIV).

Dans le tubercule complètement développé, on ne peut distinguer le tissu fondamental interne du tissu fondamental externe que grâce à la localisation de l'amidon dans le tissu fondamental interne. On trouve de nombreuses cellules à raphides allongées dans le sens de l'axe de l'organe.

Conclusion.

Si nous résumons les faits qui ressortent de l'étude précédente, nous voyons que la jeune plante est caractérisée par la réduction de la deuxième feuille à l'état d'une petite écaille unifasciculée. Tandis que le bourgeon axillaire de la feuille F_1 fait défaut, celui de la feuille F_2 se développe de très bonne heure. La région d'attache de cette tige de second ordre sur la tige principale reçoit l'insertion du faisceau d'une forte racine adventive. Ce faisceau présente huit à dix pôles tandis que celui de la racine principale n'en a que deux. Le faisceau cotylédonaire reste simple.

Avant le développement du tubercule, la plante produit de nombreuses racines adventives qui sortent d'une région hypertrophiée résultant de l'accroissement secondaire de la tige principale au niveau de l'insertion de la tige Tg_2. Cet accroissement secondaire résulte de l'activité d'un cambiforme superficiel et d'un cambiforme interne. Le cambiforme superficiel fournit le liège de la surface. Le cambiforme

interne fournit le tissu fondamental secondaire dans lequel certains groupes de cellules se recloisonnent pour former des faisceaux secondaires.

Dans ce renflement d'origine secondaire se différencie un point de végétation qui fournit un méristème. Les faisceaux secondaires sont prolongés par des faisceaux primaires différenciés directement dans ce méristème. Ces faisceaux primaires sont plongés dans un tissu fondamental primaire entouré d'une région corticale également primaire. La surface est occupée par un liège peu épais fourni par un cambiforme superficiel. Dans le cours de l'accroissement, la surface se déchire et un cambiforme plus profond apparaît dans le tissu fondamental cortical.

Si nous comparons ces faits avec ce que nous avons décrit précédemment chez les autres Dioscorées, nous voyons que la réduction de la feuille F_2 à l'état d'une écaille est un caractère nouveau dont nous n'avons eu qu'une indication chez certaines jeunes plantes du *D. altissima*.

Le tubercule de *D. repanda* apparaît beaucoup plus tardivement que celui de l'*Helmia hirsuta*, mais, une fois son point de végétation formé, le développement marche beaucoup plus rapidement. Tandis que dans le point de végétation du tubercule de l'*Helmia hirsuta*, les cloisonnements restent, d'une façon générale, parallèles à la surface jusque dans le méristème lui-même, chez *D. repanda*, le méristème est plus caractérisé, les cloisonnements des cellules se font en tous sens.

Chez le *D. Kita*, nous trouverons un tubercule identique à celui du *D. repanda*, mais dont le développement se fait beaucoup plus tôt. Les productions secondaires qui relient chez *D. repanda* le tubercule à la jeune plante sont remplacées chez *D. Kita* par des éléments primaires.

§ 6. — Développement et structure du Tubercule du Dioscorea Kita.

Les graines qui m'ont fourni les matériaux de cette étude m'ont été données par M. le professeur Maxime Cornu du Muséum de Paris. Je prie M. Cornu d'agréer l'expression de ma vive gratitude pour cet envoi.

La jeune plante forme une première feuille dont le pétiole est très long. Le limbe est entier, cordé. De même que chez le *D. repanda*, la deuxième feuille est représentée par une écaille dépourvue de faisceau, dont les bords sont recouverts par les bords de la gaîne de la feuille F_1. Cette première feuille et l'écaille qui représente la feuille F_2 embrassent complètement la tige aérienne qui se développe beaucoup plus tôt que chez *D. sinuata* et *D. altissima*. Cette tige aérienne est la tige principale. La feuille F_1 et l'écaille F_2 sont insérées sur la base de cette tige. Le premier et le second entrenœuds de la tige restent très courts, le troisième entrenœud s'allonge au contraire beaucoup et atteint la longueur du pétiole de la première feuille (fig. 2, pl. XV). La feuille F_3 est encore jeune à ce stade, son pétiole prolonge directement le troisième entrenœud. On voit à la base du pétiole entre les bords de la gaîne de la feuille F_3 le point de végétation de la tige principale.

La graine est portée latéralement par l'axe hypocotylé. On voit sortir de l'axe hypocotylé dans le prolongement de la tige principale un organe cylindro-conique dont la pointe émoussée plonge verticalement dans le sol (T fig. 2, pl. XV). La surface de cet organe et son sommet rappellent complètement une racine un peu forte.

La première racine (R_1 fig. 2, pl. XV) est grêle. Elle porte

de nombreuses racines secondaires. Une racine adventive (*Rad*, fig. 2, pl. XV) beaucoup plus forte sort de la base du jeune tubercule. Cette racine ne présente pas encore à ce stade de racines secondaires.

Description des principales sections transversales de la jeune plante au Stade I. (fig. 2, pl. XV).

Niveau I. — Ce niveau est déterminé par l'attache sur la tige principale des bords de l'écaille. La section fig. 3, pl. XV nous montre l'écaille F_2 insérée en face de la feuille F_1. Elle ne présente pas de faisceau. La feuille F_1 est libre, elle présente cinq faisceaux: le médian et de chaque côté deux branches représentant le faisceau latéral. La tige Tg_1 renferme sept faisceaux (φ_1, φ_2 . . . . φ_7); le faisceau φ_5 est le plus faible.

Dans l'aisselle de F_2 on voit la coupe d'une écaille sans faisceau, c'est l'écaille basilaire du bourgeon axillaire de la feuille F_2.

Niveau II. — Ce niveau correspond au fond de l'aisselle de la feuille F_1. La section fig. 4, pl. XV, passe par ce niveau.

La feuille F_1 présente encore ses cinq faisceaux, elle est réunie à la tige principale. *Son aisselle ne renferme pas de bourgeon.*

L'écaille F_2 est déchirée, elle n'est plus représentée sur la figure que par ses bords. Dans son aisselle on voit la section de l'écaille basilaire (*Eb* fig. 4, pl. XV). Entre cette écaille et la tige Tg_2 se trouve la tige Tg_3. Ces tiges sont coupées dans leurs points de végétation, elles comprennent une masse de méristême et une couche de dermatogène. Une racine adventive s'insère à droite de F_1.

Les faisceaux φ_3 et φ_4 sont réunis entre eux et une branche libéro-ligneuse s'insère sur le massif $\varphi_{3.4}$ résultant de cette réunion.

Niveau III a. — Ce niveau correspond au premier entre-nœud de la tige principale. Il comprend les sections fig. 5 à 9, pl. XV.

Ces sections montrent la réunion des faisceaux de la feuille F_1 aux faisceaux de la tige principale, ainsi que la formation des faisceaux périphériques destinés au tubercule.

Section fig. 5, pl. XV. — Les faisceaux φ_6 et φ_7 de Tg_1 sont réunis en un massif. Les faisceaux de Tg_2 sont représentés par une bande procambiale irrégulière *pr* (fig. 5, pl. XV).

La branche insérée sur $\varphi_{3.4}$ est devenue libre (*br*), elle se trouve en arrière du faisceau φ_2. Une branche symétrique *br'* fait un coude à ce niveau, on la voit en arrière de l'intervalle compris entre φ_1 et φ_7.

Section fig. 6, pl. XV. — Cette section passe par l'insertion du faisceau de la racine adventive signalée déjà (fig. 4 et 5) à la droite de la feuille F_1. Cette insertion se fait sur le massif $\varphi_{3.4}$ et sur la bande procambiale qui représente le système des faisceaux de Tg_2. — Un lobe *f* s'est séparé de la partie droite de cette bande.

Les deux moitiés du faisceau latéral D_1 sont réunies momentanément en un seul massif. Le faisceau G_1p se prépare à se diviser.

Section fig. 7, pl. XV. — Le faisceau φ_5 se réunit à $\varphi_{3.4}$ sur lequel s'attache une masse libéro-ligneuse *a* en rapport avec l'insertion de la racine adventive *Rad* et avec quelques petits lobes périphériques. Ces derniers s'isoleront plus bas.

Le faisceau φ_7 se sépare de φ_6 pour se réunir à φ_1.

Le faisceau *f* de Tg_2 se relie à ce niveau à une large bande libéro-ligneuse *b* qui s'étend en arrière des faisceaux φ_7, φ_6 et φ_1. Cette bande est symétrique de la bande *a*, elle est comme elle en rapport avec Tg_2, elle se mettra aussi en rapport avec les faisceaux de Tg_1 et avec une racine adventive.

Deux massifs procambiaux *f'*, *f'* représentent les restes de la bande *pr*(Tg_2) (fig. 5, pl. XV).

La moitié gauche du faisceau G_1p s'est réunie à G_1a.

Une bande procambiale s'insère sur la partie postérieure de D_1p, elle s'étend en arrière des faisceaux D_1p, M_1, G_1p.

Section fig. 8, pl. XV. — La région dorsale reçoit à ce niveau l'insertion de deux fortes racines adventives. Les faisceaux de ces racines s'insèrent largement sur les faisceaux de la tige Tg_1 et de la feuille F_1 qui sont presque tous reliés entre eux au niveau de cette insertion. En effet les faisceaux foliaires G_1p, M_1, D_1p et D_1a sont réunis latéralement en une bande reliée à une autre bande plus intérieure formée par les faisceaux φ_6, φ_7, φ_1 et φ_2. Ces deux bandes sont mises en relation par deux ponts, l'un allant de Gp au faisceau φ_7, l'autre de D_1p à φ_1.

Une racine adventive s'insère sur cette masse anastomotique entre D_1p et D_1a; une seconde s'insèrera plus bas à la fois sur G_1p et sur M_1.

Dans la partie de la section située en arrière de D_1a et de $\varphi_{3.4.5}$, plusieurs lobes libéro-ligneux se sont formés aux dépens de la masse d'insertion a de la racine adventive Rad_2 (l, m, n, o, p, fig. 6, pl. XV). Ces petits faisceaux sont primaires.

Section fig. 9, pl. XV. — Les faisceaux D_1a, D_1p et φ_6 redeviennent libres. Les faisceaux φ_7, φ_1 et φ_2 restent unis entre eux et avec le faisceau M_1. Ce massif est réuni à G_1p par la masse d'insertion du faisceau de la racine Rad_3.

Les faisceaux de Tg_2 forment deux masses f' et f''' présentant des trachées antérieures. — Dans la région dorsale, on trouve quatre massifs non différenciés insérés (fig. 8), sur la bande anastomotique qui unit M_1 à D_1p.— Deux autres faisceaux se voient en arrière de G_1p; on voit leur insertion au niveau de la section fig. 8, sur la branche qui unit G_1p à φ_7.

Le massif l se réunit à l'insertion de la racine Rad_2, les lobes m et n se réunissent entre eux, le massif o se place à la gauche de $\varphi_{3.4.5}$, le massif p est distinct en arrière de $\varphi_{3.4.5}$.

Au niveau de cette section, les faisceaux de la feuille F_1 se sont intercalés dans le cercle des faisceaux de Tg_1.

Niveau III. — Ce niveau correspond à l'axe hypocotylé et comprend les sections fig. 10 à 12, pl. XV.

Il est caractérisé par la réunion de tous les faisceaux de l'axe hypocotylé en une couronne irrégulière à laquelle vient se joindre le faisceau cotylédonaire, et par l'insertion de nouveaux faisceaux périphériques destinés au tubercule.

Section fig. 10, pl. XV. — Cette section rencontre le cotylédon *cot* au-dessus de son faisceau. Le faisceau φ_6 est dictinct. Le massif $\varphi_{3.4.5}$ reçoit à sa droite l'insertion des faisceaux *f'* et *f''* de Tg_2 et à sa gauche les faisceaux *m*, *n* et *o*.

Le faisceau $G_1 a$ reçoit l'insertion de lobes périphériques. Le faisceau $G_1 p$ s'est réuni à M_1 avec lequel est définitivement réuni le massif $\varphi_{7.1.2}$. — Le faisceau $D_1 p$ reçoit l'insertion d'une branche d'attache de la racine Rad_3.

Section fig. 11, pl. XV.— Le faisceau $D_1 a$ a reçu l'insertion d'une portion de $\varphi_{3.4.5}$: la partie droite de ce dernier massif est restée libre. Le faisceau $D_1 p$ est encore isolé. Les faisceaux $G_1 p$, M_1, et $\varphi_{7.1.2}$ forment un seul massif qui est en voie de réduction. Le faisceau $G_1 a$ est réuni à φ_6.

Une bande libéro-ligneuse faisant partie du réseau d'insertion de Rad_3 va de l'arrière de $D_1 p$ jusqu'en arrière du faisceau $G_1 a$. Les faisceaux périphériques de la partie droite de la section sont insérés sur le massif $(D_1 a + \varphi_{(3.4.5)g})$. En arrière de $(\varphi_{3.4.5})_d$ on voit une bande libéro-ligneuse formée par la réunion de deux lobes périphériques.

Les racines Rad_2 et Rad_3 sont libres contre la face dorsale.

Section fig. 12, pl. XV. — Le massif $\varphi_{3.4.5}$ a fourni un lobe à sa gauche. Le faisceau φ_6 forme avec $G_1 a$ une bande libéro-ligneuse courbe avec trachées antérieures. Le massif $(G_1, M_1, \varphi_{7.1.2})$ a reçu sur sa droite le faisceau $D_1 p$. Sur le faisceau $D_1 a$ se jette le faisceau cotylédonaire φc. En arrière de $D_1 a$ on trouve trois lobes périphériques qui sont insérés sur $D_1 a$ au niveau de la section fig. 11. — Les lobes périphériques insérés sur $G_1 a$ sont distincts. On trouve dans la région dorsale les lobes libéro-ligneux dont on a signalé l'insertion. Deux de ces derniers sont réunis en un seul.

Niveau IV. — Ce niveau correspond à l'insertion de la racine principale. Comme cette racine est rejetée latéralement, son insertion, et la terminaison de l'axe hypocotylé se voient difficilement sur la section (fig. 13, pl. XV) qui correspond à ce niveau.

La figure montre la réunion des massifs (G_1a, φ_6), ($\varphi_{3.4.5}$), (G_1p, M_1, $\varphi_{7.1.2}$), (D_1a, φc) en une figure irrégulière qui présente du côté dorsal une saillie, c'est l'insertion du faisceau de la racine principale R_1. Du côté ventral, on observe aussi trois saillies qui correspondent respectivement aux groupes (G_1a, φ_6), ($\varphi_{3.4.5}$) et (D_1a, φc). Ces saillies ventrales correspondent chacune à l'insertion du faisceau d'un tubercule.

Niveau V. — Ce niveau comprend la section fig. 14, pl. XV qui passe immédiatement au-dessus de l'axe hypocotylé et rencontre la base de la racine principale.

Section fig. 14, pl. XV. — On voit vers la face dorsale la section du faisceau de la première racine.

Cette section montre les faisceaux périphériques que nous avions au niveau de la section fig. 13 et en outre deux massifs libéro-ligneux irréguliers α et β. La masse α est en rapport avec la région de l'axe hypocotylé qui renferme le faisceau φ_6. La masse β s'insère sur le massif $\varphi_{3.4.5}$ au moment où celui-ci se termine dans la couronne irrégulière sur laquelle s'insère la première racine.

La masse se lobe au niveau de la section suivante non figurée.

Les sections fig. 15 et 16 intéressent la base du tubercule et la racine principale encore attachée contre la face dorsale du tubercule. Au niveau de la section fig. 15, pl. XV, on voit deux racines secondaires R_2 s'insérer sur la racine principale. Les masses α et β se relient latéralement. Elles se séparent de nouveau plus bas et forment deux massifs libéro-ligneux qui rapprochent de la périphérie.

La section fig. 16, pl. XV, montre en outre l'insertion du

côté de la face ventrale d'une racine adventive *Rad* dont le faisceau se met en rapport avec les faisceaux les plus extérieurs de ce côté. Cette racine est encore attachée contre la face ventrale du tubercule.

Le Tubercule à la fin de la première période de végétation.

Les faisceaux du tubercule sont des faisceaux unipolaires avec trachées antérieures et liber bien différencié. Dans le liber on distingue de grandes cellules grillagées *cg*. fig. 17 et 19, pl. XV. Les faisceaux sont peu nombreux et disposés sur un ou deux rangs dans les petits tubercules, ils sont plus nombreux et disposés sur plusieurs rangs dans les tubercules plus volumineux. Parmi ces faisceaux, les plus gros et les plus différenciés sont les plus voisins du centre.

La plupart des faisceaux sont orientés comme les faisceaux d'une tige, leur première trachée se forme sur la droite qui joint le centre de figure de l'organe au centre de figure du faisceau, et entre ces deux points (fig. 18, pl. XV). D'autres faisceaux semblent avoir une orientation un peu différente, mais jamais on ne voit un faisceau orienté en sens inverse, c'est-à-dire avec bois extérieur et liber intérieur. Les régions les plus troublées sont les points d'insertion des racines.

Les faisceaux sont plongés dans un tissu fondamental primaire à grandes cellules avec méats angulaires (fig. 17, pl. XV). Ce tissu fondamental interne est nettement séparé du tissu cortical par une zône de cellules dont les cloisonnements persistent plus longtemps, mais sans prendre le caractère de cambiforme. Cette zône *M* (fig. 19, pl. XV) rappelle celle que l'on trouve à la périphérie du tissu fondamental interne de beaucoup de Monocotylédonées, et que nous avons déjà rencontrée dans le tubercule du *D. repanda*. Les faisceaux les plus extérieurs *f* (fig. 19, pl. XV) se différencient aux dépens des cellules de cette zône.

La surface du tubercule est occupée par deux assises de

grandes cellules subéreuses *Lg* (fig. 19, pl. XV) sous lesquelles on trouve le cambiforme qui les a fournies (*Cbfe* fig. 19, pl. XV).

Entre le cambiforme et le tissu fondamental interne, on trouve six à huit assises de tissu fondamental primaire à grands éléments semblables à ceux du tissu fondamental intérieur (fig. 19, pl. XV).

Le point de végétation du tubercule est nu, en forme de pointe mousse très large. Il est représenté en section radiale fig. 20, pl. XV. L'axe longitudinal du tubercule est indiqué à gauche de la figure en *A A'*. Lasurface du point de végétation ne présente pas d'épiderme. Les cellules superficielles sont des cellules subéreuses qui sont en partie exfoliées. Le cambiforme externe *Cbfe*, que nous avons trouvé dans la section moyenne du tubercule différencié (fig. 19, pl. XV), n'est pas visible à la surface du point de végétation.

Sous le liège superficiel on trouve, au sommet du point de végétation une couche d'une dizaine d'assises de cellules *t. c.* (fig. 20, pl.XV) dont les cloisonnements se font surtout parallèlement à l'axe de façon à fournir tout autour de cet axe les cellules qui formeront, en passant à l'état définitif, le tissu fondamental cortical. Dans ce tissu, au voisinage même des cellules axiales en voie de cloisonnement, on trouve des raphides d'oxalate de chaux secrété dans des cellules allongées parallèlement à la surface.

Plus profondément on rencontre, au voisinage de l'axe du tubercule, une couche *m* de cellules beaucoup plus petites dont les cloisonnements se produisent parallèlement et perpendiculairement à l'axe. C'est cet ensemble de cellules qui forme la masse méristématique dans laquelle se terminent les faisceaux. Ces faisceaux se différencient aux dépens de groupes de cellules méristématiques. Ce sont donc des faisceaux primaires; ils sont unipolaires.

Conclusion.

Nous voyons, par l'étude précédente, que le tubercule du *D. Kita* se rapproche beaucoup, au point de vue de la structure de celui du *D. repanda*. La nature et l'orientation des faisceaux, la conformation du point de végétation sont les mêmes dans les tubercules des deux espèces.

Chez le *D. Kita*, les tissus qui entrent dans la constitution du tubercule dérivent tous d'un méristème. On ne trouve pas à la base du tubercule, comme chez *D. repanda* et chez *Helmia hirsuta*, une région d'insertion d'origine secondaire. Tous les faisceaux sont primaires. Nous arrivons donc à conclure que le tubercule du *D. Kita* marque un degré plus avancé que celui du *D. repanda* dans la série des formes que nous avons observées. — Chez *Tamus communis*, *Dioscorea sinuata* et *D. altissima*, le tubercule est d'origine secondaire, sans méristème caractérisé. Chez *D. repanda* et *Helmia hirsuta*, le tubercule est formé de tissus primaires dérivant d'un méristème, les productions secondaires sont restreintes à la région d'insertion. Enfin chez *D. Kita*, la région d'insertion elle-même est formée de tissus primaires.

Dans cette même série, nous avons vu la seconde feuille de la jeune plante, normalement développée chez *Tamus* et *D. sinuata*, se réduire parfois à une écaille chez *D. altissima*. Cette réduction devient la règle chez *D. repanda* et *D. Kita*. — En même temps que la feuille F_2 se réduit, son bourgeon axillaire prend une importance de plus en plus grande. Nous trouvons chez *D. Kita*, dans l'aisselle de la feuille F_2, réduite à une écaille sans faisceau, un volumineux bourgeon axillaire développé très tôt. Par contre, le bourgeon axillaire de la feuille F_1 ne se forme plus.

Le bourgeon axillaire de la feuille F_2 prendra une importance plus grande encore dans un groupe de Dioscorées dont le tubercule résulte uniquement de l'accroissement de ce bourgeon axillaire. Le tubercule de ces plantes a une

valeur morphologique bien différente de celle des tubercules précédemment étudiés.

Dans cette nouvelle catégorie, j'ai pu suivre le développement du tubercule chez *D. quinqueloba*, sur des plantes provenant de semis.

§ 7. — Développement et structure du Tubercule du Dioscorea quinqueloba Thunb.

Stade I.

Lorsque les jeunes plantes du *D. quinqueloba* présentent déjà une première feuille bien développée, elles n'ont pas encore de tubercule caractérisé. L'axe hypocotylé de la plante est très court (fig, 21, pl. XV). La première racine, insérée à la partie inférieure de cet axe, plonge verticalement dans le sol. La graine est fixée en haut de l'axe hypocotylé par le pétiole cotylédonaire qui est très long. Le cotylédon reste enfermé dans la graine. La première feuille se compose d'un long pétiole dressé et d'un limbe entier cordé. Entre les bords de la gaîne de cette feuille on trouve le bourgeon de la tige principale.

C'est à ce stade que nous étudierons d'abord la jeune plante.

Description des principales sections transversales de la plante arrivée au Stade I.

Les niveaux que nous distinguons sont les mêmes que précédemment.

Niveau I. — Les sections fig. 22 et 23, pl. XV, qui rentrent dans ce niveau, passent immédiatement au dessous du point de végétation de la tige principale.

Dans la section fig. 22, la première feuille est concrescente avec la tige principale, elle présente trois faisceaux G_1, M_1, D_1. La feuille F_2 est représentée par une écaille ne renfermant qu'un seul faisceau M_2; cette écaille est encore libre dans sa région médiane. Les faisceaux propres de la tige principale sont représentés par deux massifs procambiaux dont l'un est très petit.

La section fig. 23, pl. XV, ne diffère de la précédente que par la présence de cinq faisceaux dans la tige principale. L'aisselle de la feuille F_2 ne présente pas à ce stade de point de végétation différencié.

Niveau II. — Ce niveau correspond au fond de l'aisselle de la feuille F_2. La section fig. 24, pl. XV, rentre dans ce niveau.

Les faisceaux des feuilles F_1 et F_2 ont encore les mêmes positions relatives. — La tige Ty_1 présente cinq faisceaux au stade procambial (φ_1 à φ_5 fig. 24, pl. XV). Deux petits lobes procambiaux dépendant de Ty_1 apparaissent en arrière du faisceau φ_2 entre M_1 et D_1 (pr_1 et pr_2).

Niveau III a.— Ce niveau correspond au premier entrenœud de la tige principale. Il comprend à ce stade les sections fig. 25 à 29, pl. XV, qui montrent l'entrée des faisceaux de la feuille F_1 dans le cercle des faisceaux de la tige principale, et la réunion de tous les faisceaux de cette tige en trois massifs libéro-ligneux.

Section fig. 25, pl. XV. — Un petit faisceau apparaît à droite D_1 (pr_3 fig. 25) et un autre pr_4 à gauche de G_1. — Le faisceau M_2 se jette sur le faisceau φ_3. Les deux faisceaux φ_1 et φ_2 se réunissent en un massif situé en avant de M_1.

Section fig. 26, pl. XV. — La masse formée par la réunion de φ_1 à φ_2 se rapproche de M_1 et reste en avant de ce faisceau.

Un cinquième lobe procambial (pr_5) apparaît entre M_1 et G_1. Du côté de la face ventrale, on trouve à droite de D_1 un lobe procambial pr_3, puis un massif représentant la réunion de φ_3 à M_2, les deux faisceaux φ_4 et φ_5 et enfin le petit lobe pr_4.

Section fig. 27, pl. XV. — Le massif $\varphi_{1.2}$ se réunit entièrement à M_1, une moitié se jetant à droite de M_1 et l'autre moitié à gauche. Les faisceaux φ_3, φ_4 et φ_5 se réunissent et forment une bande du côté de la face ventrale.

Section fig. 28, pl. XV. — La bande anastomotique ventrale $\varphi_{3.4.5}$ se divise en deux moitiés, la moitié gauche touche M_2. Le lobe procambial pr_3 se réunit au faisceau D_1. Entre M_1 et D_1, le petit massif pr_2 s'est élargi, il se mettra plus bas en rapport avec le faisceau d'une racine.

Section fig. 29, pl. XV. — Deux points de végétation de racines adventives se sont formés, l'un à droite, l'autre à gauche. La racine de droite est en rapport avec le petit faisceau pr_2. La racine de gauche est en relation avec le faisceau pr_5. — Le faisceau M_1 s'élargit. Le faisceau G_1 s'est réuni à la moitié droite du massif $\varphi_{3.4.5}$; le faisceau D_1 s'est réuni à la moitié gauche du même massif. On a en tout pour la tige Tg_1, trois masses libéro-ligneuses (M_1, G_1, D_1).

Niveau III b.— Ce niveau correspond à l'axe hypocotylé. Il comprend les sections fig. 30 et 31, pl. XV, qui montrent la réunion de tous les faisceaux de l'axe hypocotylé en une couronne libéro-ligneuse continue.

Au niveau de la section fig. 30, pl. XV, le cotylédon est concrescent avec l'axe hypocotylé. Le cotylédon ne renferme qu'un seul faisceau φ *c*. Les trois masses libéro-ligneuses M_1, G_1, D_1 se sont réunies en un arc libéro-ligneux ouvert vers la face ventrale, en face du faisceau cotylédonaire. La racine adventive *Rad* s'attache sur l'arc anastomotique. La racine *R'ad* ne s'insère que plus bas sur la couronne.

La section fig. 31, pl. XV, montre la réunion du faisceau

cotylédonaire à la couronne libéro-ligneuse. Une masse partie de *R'ad* s'insère sur le système des faisceaux.

Niveau IV. — Ce niveau correspond à l'insertion de la racine principale. Il comprend la section fig. 32, pl. XV.

Le système des faisceaux de l'axe hypocotylé est représenté par des éléments courts. Les pôles ligneux du faisceau de la racine sont différenciés à ce niveau. La couronne libéro-ligneuse étant continue avant l'insertion du faisceau de la racine, il est difficile de marquer la limite précise de chaque faisceau dans la couronne, et de dire exactement si un pôle de la racine s'insère sur un faisceau plutôt que sur le faisceau voisin. Néanmoins, d'après l'orientation du faisceau de la racine, on peut dire que deux des pôles de ce faisceau s'insèrent l'un à droite, l'autre à gauche du faisceau médian M_1, deux autres de part et d'autre du faisceau cotylédonaire, le cinquième entre les faisceaux D_1 et M_1.

Le nombre des pôles de la racine principale, qui est ici de cinq, peut être moins élevé. J'ai observé dans d'autres jeunes plantes quatre et même deux pôles au faisceau de la racine.

Au-dessous de ce niveau, la racine est libre et présente un faisceau pentapolaire.

Les caractères du jeune *Dioscorea quinqueloba* sont les suivants :

1° La feuille F_2 est très-réduite tandis que la feuille F_1 est normalement développée.

2° Les faisceaux des feuilles F_1 et F_2 se réunissent à ceux de la tige principale dans le premier entrenœud de cette tige. Dans l'axe hypocotylé, tous les faisceaux forment en s'anastomosant latéralement un arc libéro-ligneux ouvert du côté du faisceau cotylédonaire. Ce dernier faisceau complète la couronne libéro-ligneuse sur laquelle s'insère la racine principale. L'axe hypocotylé est très court.

Stade II.

Comme second stade, nous prendrons la jeune plante au moment où sa première feuille est complètement développée. La tige principale ne s'est pas encore allongée, mais son point de végétation Ty_1 est dégagé de la gaîne de la première feuille (fig. 33, pl. XV). Il se trouve au-dessus d'une région renflée qui représente le tubercule T.

Le cotylédon, qui au stade I était opposé à la première feuille, a été déplacé par le développement du renflement.

Niveau II. — Ce niveau correspond au fond de l'aisselle de la feuille F_1. La section fig. 35, pl. XV qui rentre dans ce niveau correspond à la section fig. 22, pl. XV, du stade I.

La feuille F_1 est réunie à la tige Ty_1 par sa région médiane. Elles renferme trois faisceaux. L'aisselle de cette feuille ne présente pas de bourgeon axillaire.

La feuille F_2, très réduite, est réunie à la tige par ses bords, elle ne renferme pas de faisceau.

La tige principale Ty_1 présente seulement trois faisceaux dont la différenciation est peu avancée, leur bois n'est représenté que par quelques trachées.

Niveau III a.— Dans les sections de ce niveau au stade I (fig. 25 à 29, pl. XV), nous avons vu les faisceaux de la feuille F_1 se réunir à ceux de la tige principale. Les sections qui montrent les mêmes faits au stade II sont représentées fig. 36 à 38, pl. XV.

Section fig. 36, pl. XV.— Cette section correspond à la section fig. 25, pl. XV, du stade I. Elle montre l'émission par le faisceau φ_1 d'un lobe qui se place à droite de M_1.

Sections fig. 37 et 38, pl. XV. — Ces sections correspondent aux fig. 26 à 29, pl. XV, du stade I. Elles montrent la mise en rapport des faisceaux de la feuille F_1 avec ceux

de la tige principale avant la formation de la couronne libéro-ligneuse de l'axe hypocotylé.

Le faisceau φ_1, qui a déjà fourni un petit faisceau p_1 placé à la droite de M_1, forme à ce niveau une large masse libéro-ligneuse qui émet une branche p_2 entre M_1 et G_1 et deux branches vers les faisceaux φ_2 et φ_3 de Tg_1.

Niveau III b. — Ce niveau est caractérisé par la réunion de tous les faisceaux de la première feuille et de la tige principale en une couronne continue. Les sections fig. 39 à 42, pl. XV, qui rentrent dans ce niveau, correspondent aux sections fig. 30 et 31, pl. XV, du stade I.

Section fig. 39, pl. XV. — Cette section montre la mise en rapport des faisceaux φ_2 et φ_3 avec les deux branches émises par le massif représentant le faisceau φ_1. En outre, les faisceaux G_1, M_1 et D_1 et les deux petits lobes p_1 et p_2 forment ensemble un arc libéro-ligneux continu. A gauche de la section on voit deux petits faisceaux t_1 et t_2 encore au stade procambial.

Section fig. 40, pl. XV. — Les deux branches représentant les faisceaux φ_2 et φ_3 se réunissent à la masse anastomotique formée par les autres faisceaux de manière à constituer une couronne libéro-ligneuse complète. Un massif t_3 s'insère sur les deux branches au moment où elles vont se jeter sur la couronne. Cette couronne reçoit du côté ventral l'insertion de quatre branches dont une plus volumineuse représente une masse diaphragmatique, sur laquelle s'insèrera une racine adventive. Les autres branches forment des faisceaux du tubercule.

Section fig. 41, pl. XV. — La moitié droite t_3d du faisceau t_3 est rattachée à la couronne et s'est séparée de t_3g. Deux nouvelles insertions de faisceaux t_5 et t_6 se produisent sur la couronne du côté ventral.

Section fig. 42, pl. XV. — A ce niveau, la couronne libéro-ligneuse s'ouvre vers la face ventrale, c'est dans l'intervalle

ainsi produit que vient s'intercaler plus bas le faisceau cotylédonaire. On voit, au-dessous de l'écaille Ec_2 qui représente la feuille F_2, une autre écaille qui abrite un point de végétation de tige. L'aisselle de la feuille F_2 se prolonge donc encore à ce niveau, nous la suivrons même beaucoup plus bas.

Les faisceaux qui se trouvent entre la masse anastomotique et la face ventrale sont au stade procambial. Ce sont des faisceaux du tubercule.

Niveau IV. — Ce niveau correspond à l'insertion de la racine principale.

Au niveau de la section fig. 43, pl. XV, le faisceau cotylédonaire φc est venu fermer la couronne libéro-ligneuse. Le faisceau de la racine, bipolaire dans notre exemple, insère un de ses pôles sur le faisceau cotylédonaire, l'autre sur la région opposée de la couronne, région qui correspond à la place du faisceau M_1.

La section fig. 44, pl. XV, montre la racine principale tenant encore au tubercule; le faisceau cotylédonaire est coupé obliquement. On voit à droite le point de végétation d'une racine adventive insérée sur la masse D, et, dans la région centrale, les faisceaux du tubercule à l'état procambial. L'aisselle de la feuille Ec_2 existe encore à ce niveau.

La section fig. 45 montre le point de végétation de la tige Tg_2 au fond de l'aisselle de la feuille Ec_2 qui s'est ainsi prolongée jusqu'à l'extrémité du tubercule. La région centrale de la section est à l'état méristématique.

La principale différence entre les stades I et II se trouve dans la production d'un accroissement intercalaire du côté de la face ventrale. Cet accroissement n'intéresse pas l'axe hypocotylé qui demeure très court, il porte à la fois sur l'écaille F_2 sur les tissus de cette tige situés du côté de cette écaille. Nous suivons de la sorte le prolongement de l'aisselle de la feuille F_2 jusqu'à l'extrémité du tubercule.

Stade III.

Comme stade plus avancé du développement du tubercule, nous prendrons l'état de cet organe au moment où la jeune plante a développé sa tige aérienne qui porte deux feuilles. A ce stade, le tubercule a une forme ovoïde. A son extrémité supérieure s'insèrent, sur la tige principale, la première feuille et le cotylédon ; sur l'une des faces on trouve la première racine et une racine adventive (fig. 34, pl. XV).

Description des principales sections transversales de la plante arrivée au Stade III.

La section fig. 46, pl. XV, passe par le bas du deuxième entrenœud de la tige principale. Cette tige renferme six faisceaux différenciés en bois et liber φ_1 et φ_6.

La section fig. 47, pl. XV, montre la feuille F_1 attachée à la tige par son bord droit. Cette feuille renferme trois faisceaux. Les faisceaux φ_1 et φ_2 se sont réunis en un seul massif, de même φ_5 et φ_6, de sorte que la tige n'a plus que quatre massifs libéro-ligneux.

Niveau III a.— Ce niveau comprend les sections fig. 48 à 50, pl. XV, qui montrent la mise en rapport des faisceaux de la tige Tg_1 avec ceux de la feuille F_1. Elles correspondent aux sections fig. 37 et 38, du stade II.

La section fig. 48, pl. XV, montre la mise en rapport latérale des faisceaux φ_3 et φ_4, et par contre la séparation des faisceaux φ_1 et φ_2.

La section fig. 49 montre l'attache de la feuille F_1 sur les $\frac{3}{4}$ de la largeur de la tige. Le cotylédon avec le faisceau cotylédonaire φc se voit en section un peu oblique à droite de la feuille F_1 ; il est attaché par son bord gauche. Les fais-

ceaux φ_1, φ_2, φ_3 forment par leur réunion un arc libéro-ligneux rattaché au faisceau D_1, de la feuille F_1.

La section fig. 50, pl. XV, montre la mise en rapport des faisceaux M_1 et D_1 avec les faisceaux de Tg_1. Le faisceau G_1 est encore libre. La face ventrale montre la section transversale d'une écaille Ec_3 qui abrite une tige. Cette tige présente cinq faisceaux. A côté de cette tige s'en trouve une autre abritée par la même écaille Ec_3, mais coiffée en plus d'une écaille plus petite Ec_4. L'un des faisceaux de cette tige se trouve rattaché à une masse libéro-ligneuse de Tg_1.

Sur la masse irrégulière représentant la réunion des faisceaux de Tg_1 aux faisceaux M_1 et D_1, on voit s'insérer une branche grêle *d* à droite et une autre *g* à gauche.

Niveau III b. — Ce niveau correspond à l'axe hypocotylé. Tous les faisceaux se réunissent en un seul massif.

La section fig. 51, pl. XV, montre la coupe d'une masse libéro-ligneuse irrégulière résultant de la réunion des faisceaux de Tg_1 au faisceau cotylédonaire et aux faisceaux de la feuille F_1.

Cette masse donne insertion à la racine principale R_1 qui est coupée obliquement.

Dans la région centrale de la section, on voit plusieurs massifs libéro-ligneux *t* qui sont les faisceaux du tubercule. Ce sont des branches insérées sur les faisceaux de l'axe hypocotylé à peu près au niveau de l'insertion de la racine principale. C'est sur ces faisceaux que se fait l'insertion des faisceaux des tiges aériennes, comme on le voit fig. 51, pl. XV.

La section fig. 52, pl. XV, montre la racine principale et une racine adventive encore attachées du côté dorsal. On voit en outre les faisceaux du tubercule sur lesquels s'insèrent les derniers faisceaux des tiges aériennes. L'aisselle de l'écaille Ec_3 se termine à ce niveau.

La section fig. 53, pl. XV, montre les faisceaux du tubercule. On voit encore l'attache des bords de l'écaille Ec_2.

La section fig. 54, pl. XV, passe par l'extrémité du tubercule, les faisceaux ne sont pas différenciés. Sur la face antérieure on voit le point de végétation d'une tige axillaire de l'écaille F_2.

Les principales différences entre les stades II et III sont :

1° L'accentuation de l'accroissement intercalaire qui prolonge l'aisselle de la feuille F_2. Cet accroissement n'intéresse pas l'axe hypocotylé qui est resté très-court.

2° La différenciation des faisceaux du tubercule. Ces faisceaux sont unipolaires.

Nous retrouvons ici en même temps que l'atrophie du bourgeon axillaire de la feuille F_1, l'exagération du bourgeon axillaire de la feuille F_2. Au lieu de trouver un seul bourgeon dans l'aisselle de cette feuille, on en trouve plusieurs, au moins deux, l'un au niveau de l'extrémité inférieure de l'axe hypocotylé, l'autre à l'extrémité du tubercule. L'aisselle de la feuille F_2 forme le long de la face ventrale du tubercule un canal dans lequel se forment les tiges axillaires. La face opposée porte seule les racines.

Le tubercule, au lieu de continuer à s'accroître en s'enfonçant dans le sol, s'allonge dans la suite parallèlement à la surface du sol, c'est à dire horizontalement, ou un peu obliquement, la face ventrale devient alors supérieure.—Tandis que chez le *D. sinuata* la face supérieure du tubercule est dans la continuation directe de la feuille F_1, chez *D. quinqueloba*, la face supérieure correspond à la feuille F_2. La terminaison de l'axe hypocotylé se fait sur la face dorsale chez le *D. quinqueloba*. Nous arrivons à cette conclusion que la face supérieure du tubercule du *D. quinqueloba* correspond à la face inférieure ou ventrale du tubercule du *D. sinuata*.

Chez *D. repanda*, nous avons déjà observé aux stades fig. 17 et 19, pl. XIV un écart notable entre la tige Tg_2 et la tige

principale. Cet écart s'exagère chez le *D. quinqueloba* où la tige Tg_2 s'insère bien en-dessous de l'axe hypocotylé.

En résumé, dans le stade I, nous avons étudié une jeune plante chez laquelle la deuxième feuille est réduite à une écaille sans faisceau ou avec un très petit faisceau.

Au stade II, nous avons vu le tubercule se former aux dépens de la face ventrale de la jeune plante, l'aisselle de la feuille F_2 se prolongeant jusqu'à l'extrémité du tubercule. Cet organe apparaît sous la forme d'une protubérance produite sur la face ventrale de la tige principale. Les faisceaux du tubercule sont des lobes primaires insérés sur les faisceaux de la tige principale et sur la couronne libéro-ligneuse de l'axe hypocotylé. Dans l'aisselle de la feuille F_2 on voit un point de végétation de tige encore peu développé au niveau de l'extrémité inférieure de l'axe hypocotylé. On trouve un autre point de végétation encore moins développé à l'extrémité du jeune tubercule, au fond de l'aisselle de l'écaille F_2.

Au stade III, le point de végétation de la tige axillaire F_2, que nous avons vu au niveau de l'extrémité inférieure de l'axe hypocotylé a fourni une tige abritée par une écaille. Celle-ci recouvre en outre deux autres tiges plus jeunes abritées chacune par une écaille propre. Au fond de l'aisselle de la feuille F_2, on trouve un point de végétation comparable à ceux que nous avons vus développés plus haut. En somme, dans l'aisselle de la feuille F_2, on trouve deux groupes de points de végétation axillaires.

LE TUBERCULE DE LA PLANTE ADULTE.

Le tubercule adulte se présente comme un organe à peu près cylindrique dont la face supérieure donne insertion de distance en distance à des tiges aériennes, tandis que la face inférieure présente de nombreuses racines ramifiées (fig. 60,

pl. XV). On voit sur le tubercule, de distance en distance, des traces d'écailles très réduites qui l'entourent complètement *Ec* (fig. 60, pl. XV), mais dont l'insertion est oblique par rapport à l'axe du tubercule, la partie inférieure de l'insertion est reportée vers l'avant du tubercule. Ces écailles reçoivent chacune un faisceau qui sort du côté de la face inférieure. Le faisceau sortant est la région médiane d'un faisceau dont les portions latérales restent dans le tubercule, comme dans les tiges aériennes des Dioscorées.

L'insertion des tiges aériennes sur la face supérieure du tubercule se fait très près et un peu en avant des écailles.

La région médiane de l'écaille, marquée par l'unique faisceau, se trouve sur la face inférieure du tubercule. Les tiges aériennes ne s'insèrent donc pas comme des tiges axillaires, c'est-à-dire en face de la région médiane de l'écaille, mais comme des bourgeons oppositifoliés. Les faisceaux qui sortent dans les tiges aériennes rappellent d'ailleurs le mode de sortie des faisceaux des bourgeons oppositifoliés des tiges de Monocotylédonées, en particulier de l'*Ataccia cristata*, et de l'*Acorus calamus*. Au lieu de s'insérer sur les faisceaux de la périphérie de la tige, comme c'est le cas pour les bourgeons axillaires, les faisceaux des tiges oppositifoliées effectuent avant leur sortie, un parcours assez long dans la région centrale de la tige qui les produit.

Le point de végétation du tubercule n'en occupe pas tout-à-fait l'extrémité antérieure, il est un peu relevé vers le haut. Ce point de végétation est coiffé d'une écaille dont les bords sont accolés. La section verticale du sommet du tubercule (fig. 55, pl. XV) montre que le point de végétation est coiffé d'une première écaille extérieure *Ecn* (fig. 55, pl. XV). Cette écaille s'étend assez loin en arrière sur la face supérieure. En avant du point où elle s'attache sur cette face se trouve une tige aérienne en voie de développement *Tyn*. L'écaille *Ecn* s'attache en avant un peu au-dessous du point de végétation (*ia* fig. 55, pl. XV). Une écaille $Ec(n+1)$ recouverte par la première, abrite une tige $Ty(n+1)$. A

côté de cette tige $Tg(n+1)$, on voit, occupant le sommet organique du tubercule, une tige $Tg(n+2)$ coiffée elle-même par une écaille $Ec(n+2)$.

La tige Tgn, en se développant, déchirera l'écaille Ecn de sorte que l'écaille $Ec\,(n+1)$ sera libre. Une croissance intercalaire se produisant entre l'insertion de $Tg\,(n+1)$ et de $Tg(n+2)$, ainsi qu'entre les insertions antérieures des écailles Ecn et $Ec(n+1)$, le tubercule s'allongera laissant en place la tige $Tg\,(n+1)$ et emportant à son extrémité la la tige $Tg(n+2)$. Lorsqu'une nouvelle tige $Tg(n+3)$ se sera formée en avant de $Tg(n+2)$, le même phénomène se reproduira. On a ainsi une série de tiges successives échelonnées sur la face supérieure du tubercule. On s'explique la position oblique des lignes d'insertion des écailles, l'attache antérieure *ia* (fig. 55, pl. XV) restant toujours en avant de l'insertion supérieure (*is*) sur la face supérieure.

Dans le tubercule jeune, la première écaille analogue à Ecn est la feuille F_2, les autres occupent l'une par rapport à l'autre la même situation que $Ec(n+1)$ relativement à Ecn.

Une section transversale du tubercule jeune montre une surface formée par un épiderme dont les cellules peuvent se prolonger en poils *pl* (fig. 57, pl. XV). Ces poils sont unicellulaires, ils présentent fréquemment des ramifications latérales (fig. 57, pl. XV); ils jouent sans doute le rôle de poils absorbants.

Qu'il ait fourni ou non des poils, l'épiderme s'exfolie de très bonne heure (fig. 56, pl. XV). Après la chûte de l'épiderme, la surface est occupée par le tissu fondamental externe subérifié. Un cambiforme *Cbf* (fig. 56 et 57, pl. XV) s'établit dans ce tissu pour remplacer les cellules superficielles par un liège protecteur.

Les faisceaux sont unipolaires et orientés comme dans une tige (fig. 58, pl. XV); ils se composent d'une masse ligneuse antérieure (fig. 59, pl. XV) formée de trachées et de vaisseaux, et d'une masse libérienne comprenant de grandes

cellules grillagées au voisinage du bois et des éléments plus étroits dans sa portion postérieure.

Les faisceaux les plus grêles se trouvent à la périphérie.

L'étude précédente nous permet de conclure que le tubercule du *D. quinqueloba* a la valeur d'un rhizome. Ce rhizome est couvert d'écailles très réduites qui reçoivent chacune un petit faisceau. — La face supérieure du tubercule porte les tiges aériennes qui ont la valeur de bourgeons oppositifoliés. La face inférieure porte les racines.

Nous retrouverons un tubercule ayant cette même valeur chez le *Dioscorea villosa*.

Les tubercules dont nous allons aborder l'étude n'ont pu être étudiés que sur des plantes adultes. Je n'ai pu jusqu'ici me procurer de graines de ces plantes.

§ 8. — Structure du Tubercule du Testudinaria elephantipes Burch.

Sir J. Lubbock a figuré et décrit la jeune plante (1). Le tubercule est déjà formé alors que la plante n'a produit qu'une seule feuille aérienne et une seule racine, la racine principale. Celle-ci paraît rejetée latéralement par la formation du renflement tuberculaire, renflement qui se place au dessous de la première feuille. Ces caractères rappellent ceux du tubercule jeune du *Tamus communis L.*

---

(1) Sir J. Lubbock. *A contribution to our knowledge of seedlings.* Tome II, p. 575. London. 1892.

Tout le monde connaît la forme remarquable du tubercule adulte de *Testudinaria*, caractérisée par la disposition de ses pyramides subéreuses superficielles (fig. 1 (C), pl. XVIII). Les faces latérales de ces pyramides sont ornées de stries parallèles entre elles. Le sommet de chacune des pyramides est occupé par une petite facette, comme si l'on avait abattu la pointe de la pyramide.

La surface des plus jeunes tubercules que j'aie vus était déjà subdivisée en plages irrégulières ou confusément polygonales par des fendillements peu profonds (fig. 1 (A), pl. XVIII). Ces crevasses deviennent de plus en plus marquées à mesure que le tubercule s'accroît et que les plaques subéreuses deviennent plus épaisses (fig. 1 (B), pl. XVIII).

Le tubercule du *Testudinaria* repose sur le sol par une face inférieure ou ventrale sur laquelle sont exclusivement localisées les racines. Cette face est creusée dans sa région centrale. Les racines les plus jeunes se forment au voisinage de la région marginale, les racines les plus anciennes occupent la région centrale.

Le tubercule du *Testudinaria* présente donc une différenciation très accusée de ses deux faces.

Une section horizontale pratiquée dans le haut du tubercule montre un fort développement de la carapace subéreuse (*Lg* fig. 5, pl. XVI). Les faisceaux libéro-ligneux sont tous très petits. Ceux de la région centrale sont coupés transversalement, ils paraissent disposés sans ordre. Les faisceaux périphériques semblent allongés radialement, mais cette apparence est due à ce qu'ils sont coupés obliquement; ils sont disposés suivant des cercles concentriques.

Une section horizontale menée dans la région inférieure du tubercule (fig. 4, pl. XVI), au niveau de la plus grande largeur de l'organe, montre un moindre développement du liège superficiel *Lg*. Les faisceaux de la région centrale sont les plus gros, ils contractent entre eux de fréquentes anastomoses, leur distribution est irrégulière. Les faisceaux périphériques plus grêles sont à ce niveau coupés transversa-

lement, ils sont distribués suivant des cercles concentriques à peu près réguliers marquant les périodes successives d'accroissement.

Les sections transversales horizontales passant un peu au-dessous du niveau précédent rencontrent les faisceaux qui marchent parallèlement à la face ventrale, formant un réseau sur lequel s'insèrent les racines. Ces faisceaux contractent entre eux de fréquentes anastomoses et on les voit former, autour de chaque insertion de racine (*IR* fig. 6, pl. XVI), un réseau compliqué dont les branches s'insèrent sur les faisceaux qui descendent le long de la face dorsale du tubercule.

Sur les sections radiales du tubercule (fig. 8, pl. XVI), on voit que les faisceaux descendent à peu près parallèment à la face dorsale (*f2d* fig. 8, pl. XVI). Dans le haut du tubercule, les rangs de faisceaux successifs sont très rapprochés, tandis qu'ils sont beaucoup plus écartés dans le voisinage de la base du tubercule. En arrivant près de la face ventrale, les faisceaux se rapprochent sensiblement du centre du tubercule (fig. 8, pl. XVI). — Ces sections montrent en outre que les faisceaux qui marchent parallèlement à la face ventrale (*f2v* fig. 8, pl. XVI) ne forment qu'un seul rang. On voit aussi que les faisceaux dorsaux (*f2d*) se mettent en rapport avec les faisceaux ventraux, en particulier au voisinage de l'insertion des racines.

Les faisceaux sont très grêles, formés de quelques éléments rayés ou ponctués (B_2 fig. 3, pl. XVI) et d'une masse libérienne λ_2, ils ne présentent pas de trachées. Ils sont donc secondaires. Il n'y a pas de faisceaux primaires dans ce tubercule. Le tissu fondamental qui entoure les faisceaux consiste en cellules sériées radialement (Tf_2 fig. 3, pl. XVI). Ce tissu représente un tissu fondamental secondaire dans la région périphérique duquel se forment les faisceaux nouveaux, de la même façon que chez le *Tamus* et le *D. sinuata*.

Étudions maintenant le mode de formation et la structure des plaques subéreuses. Les premières craquelures superfi-

cielles se produisent dans le tissu subéreux qui, ayant cessé de s'accroître, ne peut plus suivre l'augmentation de volume de la masse qu'il enveloppe. En dessous de la région atteinte par la déchirure, s'établit un cambiforme qui produit une couche de liège destiné à remplacer le premier. Les fentes ainsi produites dans l'enveloppe sont désormais des régions de moindre résistance, elles s'approfondiront à chaque période végétative. Les couches de liège ajoutées cèderont toutes successivement. C'est ainsi que s'édifient, à la surface du tubercule, ces pyramides subéreuses dont les faces latérales sont couvertes de stries parallèles séparant les couches de liège l'une de l'autre. Les petites surfaces libres qui occupent les sommets tronqués des pyramides représentent toutes ensemble la surface ancienne du tubercule avant tout fendillement de son enveloppe.

Les sections des pyramides subéreuses perpendiculaires à la surface apicale externe montrent que le liège superficiel (*Lg* fig. 2, pl. XVI) est fortement épaissi et coloré en brun. En dessous on trouve une zone de liège non épaissi, puis vient le cambiforme qui a fourni tout ce liège (*Cbfe* fig. 2). Sous ce cambiforme, on a du tissu fondamental secondaire $Tf_2\,e$.— Cet ensemble constitue une première couche corticale qui a cédé en se crevassant sous la poussée intérieure. Un cambiforme plus profond s'est alors établi dans la région profonde du tissu fondamental secondaire $Tf_2\,e$; ce cambiforme *Cbfi* a donné de nouvelles assises de liège *Lgi* et de tissu fondamental secondaire $Tf_2\,i$ (fig. 2, pl. XVI). Ces tissus internes ont constitué une nouvelle écorce qui a plus tard cédé à son tour. On a ainsi régulièrement dans l'épaisseur des plaques de la carapace du liège, un cambiforme, du tissu fondamental secondaire, du liège et ainsi de suite.

La surface des jeunes tubercules présente un liège superficiel formé de quelques couches de cellules à parois brunes peu épaissies (*Lge* fig 1, pl. XVI).

Un cambiforme plus profond, qui n'est jamais atteint par les crevasses de la surface, fournit vers l'intérieur le tissu

fondamental secondaire dans lequel se différencient les faisceaux. Le tubercule s'accroît donc par un double système de cambiformes. La disposition sériée des cellules issues du cambiforme interne se voit très bien sur les sections radiales, la direction des files cellulaires dans ces sections a été représentée fig. 7, pl. XVI.

Dans la masse du tissu fondamental secondaire qui enveloppe les faisceaux s'accumule la réserve nutritive à l'état de grains d'amidon très petits, souvent agglomérés pour former des sortes de grains composés analogues à ceux de la tige de Vanille. Les grains d'amidon ne sont pas serrés l'un contre l'autre, comme c'est le cas pour beaucoup d'autres tubercules. — L'oxalate de chaux est très abondant sous forme de paquets de raphides contenus dans des cellules allongées.

D'après cette structure, le tubercule du *Testudinaria* se rapproche beaucoup de celui du *Dioscorea sinuata* adulte. La formation des plaques subéreuses n'est qu'une exagération du liège de la face dorsale du tubercule du *Dioscorea sinuata*. Les faisceaux sont des faisceaux secondaires. Dans les deux tubercules, la face ventrale est occupée par un réseau de faisceaux qui reçoivent l'insertion des racines exclusivement localisées sur cette face ; la croissance s'effectue par un double système de cambiformes sans point de végétation localisé.

Comme différence entre les deux tubercules, on peut signaler l'accroissement en hauteur du tubercule du *Testudinaria*. Cet accroissement tient à ce que les plaques subéreuses dorsales augmentent constamment en épaisseur et aussi à ce que le tissu fondamental secondaire interne ajouté à chaque période de végétation forme une couche plus importante chez le *Testudinaria* que chez le *D. sinuata*. — Une autre différence est due à la forme cordée du tubercule du *D. sinuata*, mais l'échancrure qui correspond à la terminaison de l'axe hypocotylé peut faire défaut dans certains spécimens.

L'anatomie du tubercule du *Testudinaria* nous montre donc la plus grande analogie de ce tubercule avec celui du

D. sinuata. Nous conclurons en conséquence que ces deux organes ont la même valeur morphologique.

§ 9. — Structure du Tubercule du Dioscorea multicolor Lind et André.

Les tubercules du *D. multicolor* se présentent sous la forme de souches ramifiées. Les ramifications, qui peuvent être cylindriques ou aplaties, s'accroissent en s'enfonçant verticalement dans le sol (fig. 4, pl. XVIII et fig. 9 et 10, pl. XVI). Le point de végétation de chacune de ces ramifications est situé à son extrémité inférieure, il est plus localisé que celui du tubercule de l'*Helmia hirsuta*, et présente la même structure que celui des *Dioscorea repanda*, *D. Kita*.

La forme aplatie des ramifications est fréquente chez le *D. multicolor*, var. *melanolenca*, tandis que la forme cylindrique est normale chez la variété *chrysophylla*.

Je n'ai pu étudier ce tubercule que sur des plantes adultes. Les horticulteurs multiplient cette plante par la division des tubercules rameux. Chaque branche isolée donne un nouveau pied de *D. multicolor*; le bourgeon qui, dans ce cas, se développe en une tige aérienne est adventif, il se forme dans la région supérieure de la branche, à l'extrémité opposée au point de végétation. C'est sur des exemplaires de cette origine que j'ai étudié la structure du tubercule.

La portion supérieure du tubercule sur laquelle s'insèrent les tiges aériennes a une forme allongée plus ou moins cylindrique. Elle se continue inférieurement par deux ou trois branches qui peuvent se ramifier à leur tour. Les diverses branches d'un même tubercule restent généralement accolées, elles peuvent même s'entrelacer en se contournant plus ou moins fortement. La surface subéreuse du tubercule

est crevassée et craquelée (fig. 9 et 10. pl. XVI). Le liège n'est pas également développé sur tout le pourtour de chaque branche ; l'une des faces reste lisse, c'est celle qui porte les racines. Nous l'appellerons *face ventrale* par analogie avec ce que nous avons vu chez le *D. sinuata* et le *D. altissima*. La face opposée, caractérisée par son revètement subéreux plus développé et par l'absence de racines, sera désignée sous le nom de *face dorsale*.

Les tiges aériennes qui s'insèrent à la partie supérieure du tubercule sont accompagnées d'écailles réduites. Ces écailles présentent à leur base deux faisceaux unipolaires qui se réunissent en un seul dans la partie supérieure de l'écaille. Le tubercule produit d'ordinaire une seule tige chaque année. La disposition relative des tiges successives ne m'a pas semblé très régulière, cela tient peut être aux déviations que ces organes subissent lorsque la croissance des tiges nouvelles rejette à l'extérieur les débris des anciennes tiges. Chacune de ces tiges *Tgn* (fig. 13, pl. XVI) est enveloppée à sa base par une écaille *Ecn* qui la protège avant son développement. Dans l'aisselle de cette écaille *Ecn* c'est-à-dire entre la région médiane de cette écaille et la tige *Tgn* nous trouvons une tige $Tg(n+1)$ enveloppée par une écaille $Ec(n+1)$. Entre cette tige $Tg(n+1)$ et l'écaille $Ec(n+1)$ on voit une tige d'ordre plus élevé $Tg(n+2)$, entourée aussi d'une écaille $Ec(n+2)$. (La position des deux dernières tiges est un peu déviée). — Chacune des écailles est déprimée dans sa région médiane dorsale par la compression qu'exerçait sur elle la tige dans l'aisselle de laquelle elle se trouve. Cette déformation rappelle celle que l'on observe pour les feuilles d'*Ataccia cristata* déprimées par les hampes florales. — Les tiges successives qui se forment au sommet du tubercule du *D. multicolor* sont donc des tiges d'ordre de plus en plus élevé, axillaires l'une par rapport à l'autre.

Dans la région d'insertion de ces tiges sur le tubercule, la marche des faisceaux est très irrégulière. Si l'on fait une section transversale d'une branche jeune du tubercule, à la

fin de sa première année de végétation, ou distingue une face sur laquelle se fait l'insertion des racines, c'est la *face ventrale FV* (fig. 14, pl. XVI). Contre cette face on tronve un ou deux rangs de faisceaux sur lesquels s'insèrent les racines. Cette face ventrale *FV* occupe à peu près le cinquième de la circonférence totale du tubercule. Les faisceaux voisins de la face ventrale (*fv*) et les deux premiers rangs de faisceaux arrangés parallèlement à la face dorsale sont des faisceaax primaires (f_1 fig. 14, pl. XVI). Chacun de ces faisceaux se compose d'une portion ligneuse antérieure et d'une masse libérienne postérieure (fig. 11, pl. XVI). Les éléments les plus antérieurs du bois sont des trachées, les faisceaux sont donc primaires. — Le tissu fondamental qui les entoure est un tissu fondamental primaire.

Du côté de la face dorsale, on trouve, entre les faisceaux primaires et la surface, deux ou trois rangs de faisceaux plongés dans un tissu fondamental disposé en files radiales. Les faisceaux sont des faisceaux secondaires (f_2 fig. 12, 14 et 15, pl. XVI), leur bois est dépourvu de trachées. Le tissu fondamental qui entoure les faisceaux (Tf_2 fig. 15, pl. XVI) est aussi d'origine secondaire, il est produit par un cambiforme *Cbfi* (fig. 15, pl. XVI). Certains groupes de cellules du tissu fondamental secondaire se recloisonnent pour former les faisceaux secondaires.

Le cambiforme interne *(Cbfi)* n'envahit pas la face ventrale pendant la première année de la croissance d'une branche du tubercule. La seconde année, les tissus secondaires envahissent aussi la face ventrale qui en général ne produit plus de racines. Celles-ci sont surtout produites sur la face ventrale des portions jeunes du tubercule.

La surface du tubercule est occupée par un liège formé de cellules étirées transversalement à parois brunes. Ce liège *Lg* (fig. 15, pl. XVI) est fourni par un cambiforme sous-jacent *(Cbfe)*. Entre le cambiforme externe *Cbfe* et le cambiforme interne *Cbfi* (fig. 15, pl. XVI) on voit sept à dix assises de cellules formant un tissu fondamental cortical primaire. Les

cellules de cette région se recloisonnent et s'accroissent encore pour suivre la croissance de la masse interne.

Sur la surface dorsale des tubercules un peu plus âgés, là où les crevasses sont nombreuses et la formation subéreuse plus épaisse, l'écorce est exfoliée par des cambiformes de plus en plus profonds qui fournissent du liège vers l'extérieur, et un peu de tissu fondamental secondaire vers l'intérieur.

Chaque branche du tubercule se termine par une pointe mousse qui représente le point de végétation. Ce point de végétation est recouvert d'un liège formé par trois à cinq couches de grandes cellules. Plus profondément se trouvent des cellules qui se cloisonnent abondamment dans toutes les directions et constituent un véritable méristème. Les cellules de ce méristème, en passant à l'état définitif, forment le tissu fondamental interne du tubercule. Certaines cellules, qui continuent à se cloisonner après que le tissu fondamental a pris ses caractères définitifs, forment les faisceaux. Une première trachée apparaît dans la région antérieure de ces faisceaux, qui sont des faisceaux primaires. — Ce point de végétation ressemble donc complètement à ceux des tubercules du *D. repanda* ou du *D. Kita*.

Le tubercule se ramifie par une division inégale de son point de végétation terminal.

Par la structure de son point de végétation et l'agencement de ses faisceaux primaires, le tubercule du *D. multicolor* se rapproche beaucoup de celui du *D. repanda*. Il en diffère cependant par la différenciation de sa surface en une face dorsale et une face ventrale, ainsi que par la production de faisceaux secondaires, caractères qui rapprochent ce tubercule de ceux du type *Tamus* et *D. sinuata*. Comme ces derniers, le tubercule du *D. multicolor* est vivace et s'accroît constamment en s'enfonçant dans le sol. Mais la nature méristématique du point de végétation, la valeur primaire et l'agencement des faisceaux primitifs de l'organe sont des caractères que nous avons rencontrés dans les tubercules du type *Helmia*. Comme ces caractères ont plus

d'importance que les premiers, nous devrons ranger le tubercule du *D. multicolor* dans le type *Helmia*, avec cette mention qu'il présente des faisceaux secondaires et une différenciation de sa surface analogue à celle des tubercules bifaciaux du type *Tamus*.

§ 10. — Structure du Tubercule du Dioscorea Batatas Desne.

a. — *Mode de végétation.*

A défaut de graines, que je n'ai pu me procurer, nous partirons de la bulbille pour décrire le mode de végétation de cette plante.

Si l'on plante une bulbille, on voit bientôt son point de végétation produire une tige qui s'élève dans l'air, tandis que les racines sortent de la région inférieure de la tige et s'enfoncent dans le sol (fig. 23, pl. XVI). La tige produit aussitôt une feuille très-grande, puis elle s'allonge et produit une autre feuille, les feuilles successives portées par ces tiges issues de bulbilles étant disposées suivant l'ordre distique.

A la base de cette tige, une feuille rudimentaire que nous appellerons l'*écaille basilaire* (*Ec*) présente dans son aisselle un bourgeon qui se développera en une pousse durant la même année, ou seulement l'année suivante. Si ce bourgeon se développe, il se produit, dans l'aisselle d'une écaille qui enveloppe sa base, un autre bourgeon qui ne se développera généralement qu'après une période de repos.

Dans la région inférieure de la tige ainsi développée sur la bulbille, on voit se former un point de végétation très large, qui insère ses faisceaux sur ceux de la tige et qui perce les les tissus superficiels pour faire saillie au dehors. Ce point

de végétation fournit un organe plus ou moins cylindrique, volumineux, qui s'enfonce verticalement dans le sol et produit des racines à sa surface. Cet organe est le tubercule où s'emmagasinent les matières de réserve fabriquées durant cette première année (1). Les faisceaux du tubercule se mettent aussi en rapport avec ceux du bourgeon situé à l'aisselle de l'écaille basilaire *Ec* fig. 23. pl. XVI. C'est ce bourgeon qui épuisera le tubercule, à la reprise de la végétation.

La bulbille qui a servi de point de départ se vide et se ride lorsque ses réserves ont été utilisées. On la retrouve cependant à la fin de la période de végétation.

L'année suivante, le bourgeon placé au sommet du tubercule se développe en une tige aérienne dont la base est entourée par une écaille qui abrite un bourgeon dans son aisselle. Au point d'insertion de la tige sur le tubercule se développe un point de végétation endogène qui produit un nouveau tubercule, tandis que celui qui a été formé l'année précédente, se vide, il est complétement ridé à la fin de la période de végétation.

Dans la suite, il se produit chaque année un nouveau tubercule pour remplacer celui de l'année précédente qui se détruit.

La seule partie vivace de la plante est la région qui correspond à la base des tiges successives, elle ne se détruit pas et porte toujours un ou plusieurs bourgeons à divers degrés de développement. Cette région est formée, pour les plantes issues de bulbilles, par la base de la première tige profondément modifiée par l'insertion des bourgeons successifs.

---

(1) Il arrive parfois que deux points de végétation endogènes se développent à la base de la tige insérée sur la bulbille, on a alors deux tubercules au lieu d'un seul (fig. 24 pl. XVI).

b. — *Anatomie du Tubercule.*

Après cette description rapide du développement, nous pouvons aborder l'étude de l'anatomie du tubercule souterrain de *D. Batatas*.

Tous les bourgeons qui se développent sur la bulbille ou sur les tubercules sont protégés par une écaille en forme de capuchon fendu dans sa partie supérieure, mais dont les bords sont intimement accolés sans être concrescents. Cette écaille entoure complètement la base du bourgeon qu'elle enveloppe. Le plus souvent elle ne reçoit pas de faisceau, elle est formée par quelques assises de parenchyme homogène comprises entre deux lames d'épiderme. Certaines cellules du parenchyme sécrètent de l'oxalate de chaux.

Lorsque le bourgeon abrité par l'écaille se développe, les bords de celle-ci s'écartent et son sommet se recourbe en arrière, la tige sort entre les deux bords de l'écaille.

Dans l'aisselle de l'écaille se trouve un bourgeon. Ce bourgeon axillaire est lui-même protégé par une bractée en capuchon qui présente dans son aisselle un bourgeon très peu développé, mais déjà indiqué. — Un pied de *Dioscorea Batatas* obtenu de bulbille porte donc une tige insérée sur la bulbille et à la base de cette tige un ou deux bourgeons axillaires.

Si l'on suit les faisceaux de la tige pour étudier leur insertion, on voit qu'ils s'anastomosent en partie entre eux au bas de la tige et s'insèrent sur les faisceaux de la bulbille (fig. 26, pl. XVI).

Les faisceaux qui descendent des bourgeons axillaires s'insèrent d'une part sur ceux de la tige, et d'autre part se mettent en rapport avec les faisceaux du tubercule.

Le tubercule a une origine endogène (fig. 26, pl. XVI), il apparaît à la base de la tige à l'intérieur du tissu fondamental et se met en rapport d'une part avec les faisceaux de la tige,

d'autre part, et plus directement, avec les faisceaux des bourgeons axillaires.

Le point de végétation du tubercule est très large et ressemble absolument à celui d'une très forte racine. La région qui correspond à la pilorhize est cependant peu développée, les tissus de l'organe se différencient aux dépens d'un méristème formé par les cloisonnements répétés d'une masse de cellules qui occupe le sommet du tubercule sous la coiffe (fig. 27, pl. XVI). Il n'y a pas d'initiales spéciales pour tel ou tel tissu.

Certains groupes de cellules, qui continuent à se cloisonner plus longtemps que les autres, forment les faisceaux qui se différencient comme des faisceaux unipolaires ; une trachée apparaît d'abord, sur une section transversale, dans la région du faisceau la plus rapprochée du centre de figure (fig. 28, pl. XVI).

Tous les faisceaux ne sont cependant pas orientés comme ceux d'une tige, on observe d'assez nombreuses exceptions, surtout dans les très gros tubercules: il arrive alors fréquemment que certains faisceaux sont inverses, le liber se trouvant plus près du centre de l'organe que le bois (fig. 35, pl. XVI). Les faisceaux du tubercule sont toujours très grêles, leur région ligneuse présente trois ou quatre trachées et autant de vaisseaux ligneux dont le diamètre augmente en s'avançant vers le centre de figure du faisceau. Le liber ne renferme pas de grandes cellules grillagées comme celles qu'on voit dans la tige, la taille des éléments libériens est plus uniforme (fig. 29, pl. XVI).

La région superficielle du tubercule est occupée par un liège. Sous ce liège se trouve un cambiforme qui produit un peu de liège vers la surface et très peu de tissu fondamental secondaire sur sa face opposée (fig. 36, pl. XVI). Si l'on s'éloigne davantage de la périphérie, on voit que certaines cellules formant une circonférence complète autour du tubercule, se cloisonnent parallèlement à la surface et constituent une zone intérieure dont les cloisonnements

ont persisté plus longtemps que dans le tissu voisin (*M* fig. 30 et 35, pl. XVI). Parmi les cellules du tissu fondamental interne voisines de cette zone, certaines continuent à se cloisonner (fig. 31 à 33) et produisent des faisceaux plus grêles que les faisceaux intérieurs. Le bois n'est le plus souvent représenté que par quelques éléments (fig. 34, pl. XVI). Ces faisceaux ne forment qu'une seule, ou au plus deux couronnes autour du tubercule. Ce sont encore des faisceaux primaires.

Le tubercule du *D. Batatas* renferme surtout de l'amidon comme matière de réserve; j'ai en outre rencontré parfois, dans les tubercules alcoolisés, des sphérocristaux d'inuline. Il est à remarquer que la réserve d'amidon est plus dense au voisinage des faisceaux, l'accumulation présentant un minimum dans les régions qui sont le plus éloignées possible des faisceaux; ces cellules qui renferment moins d'amidon forment ainsi des mailles plus ou moins régulières autour des faisceaux.

L'oxalate de chaux est très abondant dans les tubercules comme dans tous les organes du *Dioscorea Batatas*. Il est sécrété sous forme de raphides par des cellules allongées qui contiennent une matière mucilagineuse. La distribution de ces cellules ne présente aucune régularité.

c. — *Valeur morphologique du Tubercule.*

La description qui précède montre la formation du tubercule aux dépens d'un point de végétation endogène recouvert d'une coiffe. L'absence d'épiderme et d'appendices à la surface sont des arguments que l'on peut faire valoir en faveur de la nature radicale de ces tubercules; mais d'un autre côté la différenciation des faisceaux, qui produit des massifs unipolaires orientés en général comme dans la tige est une objection très-sérieuse à cette interprétation, et l'on

pourrait, si l'on n'étudiait que des sections transversales du tubercule développé, admettre que ce tubercule est une tige souterraine.

La structure du point de végétation du tubercule, la forme et l'orientation des faisceaux, le mode de croissance et la forme de l'organe le rapprochent complètement des tubercules des *Dioscorea repanda* et *D. Kita*. — Le tubercule du *D. Batatas* rentre donc dans cette catégorie d'organes qui ont un point de végétation de racine, une surface subéreuse, mais dont les faisceaux unipolaires sont orientés comme ceux des tiges.

§ 11. — Structure du Tubercule du Dioscorea illustrata Hort.

a. — *Mode de végétation.*

Le *Dioscorea illustrata* produit chaque année un certain nombre de tubercules pédonculés souterrains (fig. 1, pl. XVII). Ces tubercules, plantés au printemps suivant, fournissent, à l'extrémité opposée au pédoncule, une tige insérée exactement à la place qu'occupait le point de végétation du tubercule (fig. 2 et 3, pl. XVII).

Les deux premiers nœuds de cette tige sont ordinairement souterrains, le premier (*En*, fig. 2, pl. XVII) s'insère sur le tubercule, il porte une feuille rudimentaire, sorte d'écaille (*Ec* fig. 3, pl. XVI) qui enveloppait le sommet de la tige avant son élongation. Dans l'aisselle de cette écaille se trouvent un ou deux bourgeons axillaires qui fournissent d'autres tiges, soit pendant la période de végétation, soit au cours de l'année suivante. Chaque tige qui se développe présente à sa base une écaille, dans l'aisselle de laquelle se forment

des bourgeons qui peuvent ne se développer qu'après une période de repos.

Au point d'insertion de la tige sur le tubercule, on voit se produire (fig. 1, pl. XVII) une ou plusieurs fortes racines *Pd* qui mettent leurs faisceaux en rapport avec les massifs libéro-ligneux qui relient la tige au tubercule. La plupart de ces fortes racines produisent des tubercules pédonculés de forme ovoïde (*Tp* fig. 1, pl. XVII). On peut voir aussi se former, à l'insertion de la tige, des tubercules sessiles (*nT* fig. 1, pl. XVII).

Le second nœud de la tige est séparé du premier par un entrenœud plus ou moins allongé, le plus souvent appliqué à la surface du sol. Cette seconde région nodale produit plusieurs racines dont les plus fortes donnent des tubercules pédonculés.

Chacun des tubercules ainsi formés peut servir à disséminer la plante. Un tubercule ne dure qu'une année, il se forme pendant une période de végétation et se vide durant la période suivante. Parfois cependant, lorsqu'on a un tubercule sessile auprès du tubercule primitif, il arrive que celui-ci n'épuise pas complètement ses réserves et qu'il végète encore l'année suivante.

b. — *Anatomie du Tubercule.*

Si l'on étudie ces tubercules à divers degrés de leur développement, on voit que le point de végétation de la racine, sans changer de nature, s'élargit progressivement pour former le tubercule.

Le pédoncule du tubercule a la valeur d'une racine normale, plus forte que les autres racines de la plante. Le faisceau présente environ dix pôles ligneux. Les lames ligneuses n'atteignent pas le centre. — La région corticale occupe les $\frac{2}{5}$ du rayon.

Si l'on étudie les sections transversales successives obtenues en allant du pédoncule vers le point de végétation du tubercule, on voit d'abord le faisceau s'élargir et le nombre des pôles ligneux s'élever jusqu'à quinze (fig. 4, pl. XVII). Cette augmentation du nombre des pôles se fait par division des lames ligneuses existantes; une lame ligneuse en voie de division élargit sa région trachéenne et fournit deux files trachéennes qui s'écartent de plus en plus; lorsqu'elles sont suffisamment distantes, un groupe d'éléments libériens apparaît dans l'intervalle.

En même temps que le nombre des lames ligneuses et des groupes libériens augmente, les lames ligneuses se disjoignent, et les éléments différenciés sont dispersés dans le sens radial : les groupes qu'ils forment sont séparés l'un de l'autre par du parenchyme. La fig. 4, pl. XVII montre bien cette structure. Les lames ligneuses sont discontinues, tandis que les groupes libériens forment des cordons qui présentent toujours leurs grandes cellules grillagées vers l'intérieur. Le faisceau s'élargit beaucoup et la masse des grandes fibres primitives larges qui occupe la région centrale prend une importance de plus en plus considérable : les matières de réserve, et en particulier l'amidon, commencent à s'y accumuler. Souvent à ce niveau, les grands vaisseaux de plusieurs lames ligneuses voisines, devenant plus nombreux, forment des bandes irrégulières, intéressant plusieurs pôles ligneux. La gaine protectrice du faisceau n'est plus continue, on ne la distingue plus que par endroits, à ses cellules encore un peu épaissies.

Plus près du tubercule, le faisceau devient de plus en plus large, l'épaisseur de la région corticale restant à peu près constante : les masses libériennes s'allongent dans le sens radial et se fragmentent chacune en plusieurs petits massifs (fig. 5, pl. XVII). En même temps les bandes irrégulières, formées par les plus grands vaisseaux ligneux, se fragmentent en masses indépendantes. A ce niveau, les trachées les plus extérieures des lames ligneuses se séparent

du reste du bois et chacun des groupes qu'elles forment s'accole à une masse libérienne en avant de laquelle il vient se placer sans subir de torsion. Les autres groupes ligneux et libériens se disposent de même, chaque masse ligneuse venant se placer en avant d'un groupe libérien (fig. 5, pl. XVII). A ce niveau, la gaîne protectrice a complètement disparu et l'amidon s'accumule dans tous les éléments de la région centrale qui ne se sont différenciés ni en bois ni en liber.

A mesure que le tubercule s'élargit, les groupes libéro-ligneux se fragmentent, deviennent par conséquent plus nombreux et occupent une région de plus en plus large. Les groupes libéro-ligneux, plus régulièrement disposés, ont leur bois intérieur par rapport au liber. Toujours cependant certains de ces groupes sont un peu moins régulièrement orientés (fig. 6, pl. XVII).

Plus loin, vers le tiers supérieur de la région renflée, tous les massifs libéro-ligneux étant bien distincts et bien orientés, chacun d'eux montre des trachées dans la partie la plus interne du bois. Si l'on suit à partir de ce niveau les cordons libéro-ligneux jusqu'au point de végétation, on voit que chacun d'eux se différencie directement dans le méristème par des files de cellules qui continuent à se cloisonner. La différenciation libéro-ligneuse s'y établit aussi régulièrement que dans les faisceaux unipolaires d'une tige. Une première trachée se forme dans la partie antérieure de chacun des faisceaux. Le tissu intercalé entre les faisceaux se transforme en tissu fondamental. Lorsqu'ils sont différenciés, ces faisceaux sont des cordons unipolaires à structure normale (fig. 10, pl. XVII).

A la limite du tissu fondamental interne et du tissu cortical on distingue une zone *M* (fig. 7, pl. XVII) formée, comme dans le tubercule du *D. Batatas*, par des cellules dont les cloisonnements persistent plus longtemps que ceux des autres cellules du tissu fondamental.

L'étude de ce tubercule nous a donc montré un organe

caractérisé comme racine passant graduellement, par élargissement de son faisceau et dispersion des lames ligneuses et libériennes, à un organe que la disposition des éléments libéro-ligneux ferait déterminer comme tige. L'élargissement du point de végétation a amené la dispersion des éléments du faisceau qui se sont ensuite groupés pour former des assemblages identiques à des faisceaux unipolaires (fig. 6, pl. XVII). L'organe n'a plus la valeur d'une racine.

Néamoins le point de végétation a toujours été recouvert d'une pilorhize, peu épaisse il est vrai; jamais on ne voit apparaître d'appendices à la surface du tubercule. Cette surface n'est pas recouverte par un épiderme. Au moment où le tubercule, cessant de s'accroître, passe à l'état de repos, le point de végétation conserve le même aspect et la même valeur.

Les tubercules non pédonculés sont formés par des points de végétation larges dès le début, et qui produisent de suite un tubercule.

Les gros tubercules peuvent présenter des productions secondaires. Leur surface, qui s'exfolie graduellement est protégée par un liège dû à l'activité d'un cambiforme superficiel. Un second cambiforme plus profond produit vers l'intérieur du tissu fondamental secondaire. Dans certaines cellules de ce tissu s'établissent des cloisonnements qui donnent des faisceaux secondaires (fig. 8, pl. XVII). Mais ces faisceaux sont toujours très peu nombreux dans les tubercules sains (1).

c. — *Reprise de la végétation.*

A la fin de la période de croissance du tubercule, on voit

(1) J'ai observé au contraire dans des tubercules infestés par l'*Heterodera radicicola* une formation importante de productions secondaires dont les faisceaux s'attachaient sur les faisceaux extérieurs du tubercule.

s'accumuler dans le liège de la coiffe une quantité considérable de raphides d'oxalate de chaux; ces raphides se trouvent dans des cellules spéciales plus grandes que les autres, et dont le contenu est mucilagineux. Cette accumulation de raphides *R* (fig. 11, pl. XVII), que l'on voit aussi se produire, mais moins abondante, dans l'écorce, a pour résultat de protéger le sommet du tubercule contre l'attaque des Limaces.

Le tubercule reste à cet état durant l'hiver et ce n'est qu'à l'approche du printemps que l'on voit se produire quelques modifications. Si l'on fait à ce moment une section radiale du sommet végétatif, on voit que les cellules recommencent à se cloisonner. Puis celles qui occupent la limite externe du massif d'éléments recloisonnés se divisent et prennent l'aspect d'un dermatogène. Cette couche de dermatogène est séparée de la surface par toute l'épaisseur du liège de la coiffe. Ce dermatogène et le méristème sous-jacent forment le point de végétation d'une tige. Ultérieurement on voit se détacher une écaille *Ec* (fig. 11, pl. XVII) qui enveloppe le sommet de cette tige, et dont les bords sont appliqués l'un contre l'autre.

Dans l'aisselle de cette écaille se forment deux points de végétation, ce sont deux bourgeons axillaires.

Lorsque le tubercule se trouve dans les conditions de chaleur et d'humidité convenables, la tige s'accroît. Le liège qui la recouvrait se déchire. La tige perce au dehors coiffée de son écaille dont les bords sont accolés. Mais ces bords ne tardent pas à s'écarter pour permettre d'élongation de la tige.

Cette écaille *Ec* (fig. 12, pl. XVII) dont la base embrasse toute la circonférence de la tige reçoit trois faisceaux très grêles, parfois deux, ou même un seul. Elle a la valeur d'une feuille réduite.

On rencontre une écaille semblable à la base de la tige formée par la bulbille des Dioscorées ou sur les tubercules de ces plantes.

La tige qui est directement insérée sur le tubercule n'est

ordinairement pas régulière dans sa région inférieure. Tandis qu'un rameau axillaire présente toujours à sa base cinq massifs réparateurs et cinq sortants, chacun des massifs réparateurs comprenant deux masses distinctes, la tige insérée sur le tubercule peut n'avoir que quatre massifs réparateurs représentés chacun par une seule masse, et seulement trois massifs sortants grêles. Les portions antérieures de ces massifs sortants formeront les faisceaux foliaires de la feuille du second nœud. Cette feuille est le plus souvent aussi réduite à l'état d'écaille. Cette région nodale est le siège de la formation de racines qui s'insèrent sur la portion externe des massifs réparateurs ou sortants.

Le second entrenœud est déjà plus régulier, il présente souvent cinq faisceaux réparateurs et cinq faisceaux sortants et comme la première feuille aérienne formée (cette feuille est portée par le troisième nœud) est souvent très grande, elle reçoit cinq faisceaux de la tige qu'elle embrasse complètement.

Plus haut enfin la tige devient de plus en plus grêle, et le nombre des réparateurs se réduit rapidement à trois, puis à deux. Le cycle de ces rameaux est ordinairement $\frac{1}{2}$.

Tout ce qui vient d'être dit du *Dioscorea illustrata* peut s'appliquer au tubercule du *D. discolor* qui présente les mêmes particularités.

d. — *Valeur morphologique du Tubercule.*

Le tubercule du *D. illustrata* nous a présenté les caractères suivants :

1° Le point de végétation est formé par une masse méristématique recouverte d'un liège.

2° La surface de l'organe est subéreuse.

3° Les faisceaux sont unipolaires et orientés bois en dedans et liber en dehors.

La nature du point de végétation et de la surface permettraient de penser que ce tubercule est une racine renflée. Mais la structure des faisceaux et leur orientation s'opposent à cette interprétation, et pourraient faire admettre que cet organe est une tige.

Nous rencontrons donc dans ce tubercule un assemblage de caractères que l'on observe d'ordinaire chez des organes profondément différents. Nous avons trouvé ces mêmes caractères réunis dans les tubercules de *Dioscorea repanda*, *D. Kita*, *D. Batatas*; et nous avons conclu qu'il y avait lieu de considérer ces organes comme bien distincts des tiges et des racines. Nous rapprocherons donc les tubercules du *D. illustrata* de ceux des espèces précédentes.

Le tubercule du *D. illustrata* nous a montré d'autres faits intéressants. Nous avons vu le tubercule se former par l'élargissement du point de végétation de la racine. Puis après une période de repos, une tige adventive se forme sur l'emplacement même du point de végétation du tubercule.

Les tubercules de ce type peuvent se former en des points différents de l'apparail végétatif des Dioscorées:

1° A la base des tiges aériennes qui se développent sur les bulbilles de *D. Batatas* et d'*Helmia bulbifera*, ou de tiges insérées sur les tubercules des mêmes espèces et de *D. repanda*, *D. Kita*;

2° Dans des bulbilles bouturées ;

3° A l'extrémité de fortes racines (*D. illustrata*, *D. discolor*). Dans ce dernier cas, le point de végétation n'apparaît pas d'emblée avec ses caractères, il résulte de l'élargissement graduel du point de végétation de la racine. C'est là ce qui donne aux tuberules pédonculés des *D. illustrata* et *D. discolor* leur caractère spécial, dû surtout à la présence d'une zône de transition entre la racine et le tubercule.

Des tubercules de même structure que ceux de *D.*

illustrata ont été vus par KARSTEN (1) chez une espèce indéterminée. M. J. SACHS (2) en a observé de pareils chez *D. sativa*, et *D. japonica*. Les savants allemands regardent ces tubercules comme des racines tubérisées privées de pilorhize. Karsten a observé le développement normal d'un point de végétation qui fournit une tige là où était primitivement le sommet végétatif du tubercule. Sans que cet auteur le dise expressément, il semble admettre que la tige se développe directement du point de végétation du tubercule et que l'absence de coiffe explique le changement de nature du point de végétation. Il n'est pas exact que la coiffe disparaisse complètement, elle diminue simplement d'épaisseur. Le point de végétation qui donne la tige est endogène, il ne se forme qu'après une période de repos à une certaine distance de la surface et en sacrifiant toute la partie externe du tubercule. Le point de végétation nouveau n'a d'autre rapport avec le point de végétation du tubercule que de s'établir dans les cellules qui sont restées jeunes. — Au lieu d'admettre que le point de végétation de la racine a changé de nature, il est plus conforme à la réalité de dire que la tige s'insère sur un tubercule, et que le point de végétation de cette tige s'établit là où les cellules encore jeunes peuvent facilement fournir un nouveau méristème.

§ 12. — PREMIÈRES INDICATIONS SUR LES TUBERCULES DE QUELQUES ESPECES JAVANAISES.

Je dois à la bienveillance de M. le Professeur M. TREUB de Buitenzorg (Java), les tubercules de *Dioscorea Javanica*, *D. pentaphylla*, *D. aculeata*,

(1) KARSTEN. *Die vegetationsorgane der Palmen*, Berlin, 1847, p. 159.

(2) SACHS, *Stoff und Form der Pflanzenorgane*, in *Arb. des bot. Inst. in Wurzburg*. H. IV. 1882.

Helmia bulbifera étudiés ci après. Je réserve pour une étude ultérieure l'anatomie et le développement de ces tubercules si spéciaux. Je consignerai seulement ici les résultats d'une première étude.

TUBERCULE DU *DIOSCOREA JAVANICA.*

Le tubercule de cette espèce atteint de grandes dimensions. Il se ramifie à la façon des tubercules du *Tamus communis* ou du *Dioscorea multicolor.* L'exemplaire représenté fig. 5, pl. XVIII, mesurait 30 ctm. de hauteur.

La surface du tubercule de cette espèce n'est pas différenciée en face dorsale et face ventrale. Les racines s'insèrent sur toute la périphérie du tubercule.

Une section transversale du tubercule montre à la surface une épaisse couche de liège à parois minces. Le tissu fondamental secondaire sous-jacent joue le rôle d'une écorce, il est coupé obliquement de distance en distance par des bandes subéreuses analogues à la couche superficielle. — Le parenchyme intérieur est rempli d'amidon. — Les faisceaux sont très nombreux, moins serrés, mais plus volumineux dans la région centrale. Les faisceaux les plus intérieurs possèdent des trachées (*tr.* fig. 17, pl. XVI) et plus extérieurement de grands vaisseaux ligneux (*vl*). Dans le liber, on distingue de de grandes cellules grillagées (*cg.* fig. 17) qui sont groupées dans la portion antérieure du liber. Les faisceaux ne sont pas entourés d'une gaîne mécanique. Les faisceaux les plus extérieurs n'ont pas de trachées, leurs premiers éléments ligneux sont des vaisseaux réticulés.

A la périphérie du tissu fondamental interne, on trouve une assise formée de cellules fortement épaissies vers l'intérieur (*G* fig. 16, pl. XVI). A l'extérieur de cette gaîne on trouve des faisceaux grêles non différenciés. Ces faisceaux (f_2 fig. 16) sont formés par le recloisonnement de cellules voisines de la gaîne. Une zône cambiforme *Cbf* se trouve à l'extérieur de ces faisceaux qui sont des faisceaux secondaires. On trouve des faisceaux identiques en dedans de la gaîne et au voisinage immédiat des cellules épaissies. N'ayant pu suivre la différenciation de ces tissus, je ne puis être que très réservé au sujet de leur valeur.

Il est probable qu'on a dans ce tubercule un cambiforme qui fournit vers l'intérieur du tissu fondamental secondaire. Dans ce tissu peuvent ensuite se former des faisceaux secondaires.

Je ne puis dire si le tubercule est vivace ou s'il se renouvelle chaque année. Sa structure rappelle celle du tubercule du *D. repanda.* La présence d'un cambiforme interne et de faisceaux secondaires à la périphérie du tubercule sont des caractères que nous avons déjà rencontrés chez le *D. multicolor.*

TUBERCULE DU *DIOSCOREA PENTAPHYLLA*.

Le tubercule du *D. pentaphylla* présente une forme renflée en massue ou sphérique. La surface est entièrement couverte de racines réparties sur toute la périphérie. Il n'y a pas de différenciation en faces dorsale et ventrale.

Le point de végétation est formé par un large méristême qui occupe la région inférieure de l'organe.

Une section transversale montre à la surface trois ou quatre assises de cellules subérifiées peu épaissies sous lesquelles se trouve le cambiforme générateur (*Cbf* fig. 19, pl. XVI). Dans le tissu fondamental cortical sous-jacent on voit de volumineuses cellules à raphides *cr* dont la paroi est tapissée d'un enduit gommeux et dont le protoplasme est réticulé *cp* fig. 19, pl. XVI.

Les massifs libéro-ligneux sont des faisceaux unipolaires très réduits, sans gaîne mécanique. Le bois comprend des trachées antérieures et quelques grands vaisseaux. Le liber renferme de grandes cellules grillagées. Ces faisceaux sont en général orientés comme les faisceaux d'une tige, ils sont moins nombreux et un peu plus forts dans la région centrale. — Les faisceaux périphériques sont reliés aux faisceaux les plus intérieurs par des cordons grêles non différenciés qui ressemblent à des terminaisons de faisceaux. Ce sont des groupes d'une dizaine de cellules étirées radialement, un peu épaissies, entourant parfois quelques cellules à parois minces, mais ces dernières peuvent manquer.

La réserve nutritive est représentée par de l'amidon en grains aplatis comme ceux de l'*Helmia bulbifera*.

Le tubercule de cette espèce se vide à chaque période de végétation, il est remplacé par un nouveau tubercule. Il se rapproche du tubercule des *Helmia* par la structure de ses faisceaux et par la grande largeur de son point de végétation.

TUBERCULE DU *DIOSCOREA ACULEATA*.

Les tubercules de cette espèce ressemblent à ceux du *D. illustrata*. Ils ont la forme d'ovoïdes, sessiles ou portés à l'extrémité de longs pédoncules. Il n'y a pas de distinction en face dorsale et face ventrale. Les racines s'insèrent sur toute la phériphérie du tubercule.

Les seules particularités que j'ai relevées sont les suivantes :

Les cellules du liège superficiel ont des parois épaisses, ponctuées, elles

sont allongées transversalement par rapport au grand axe du tubercule. Le cambiforme sous-jacent n'a que deux ou trois couches. La zône corticale, formée de tissu fondamental à parois minces, n'a que six couches de grandes cellules. Une zône de deux ou trois assises de cellules un peu plus petites, non épaissies, figure une sorte de gaîne mécanique. — Contre la gaîne se trouvent de très petits faisceaux composée seulement de quelques éléments ligneux et de quelques éléments libériens. Plus intérieurement se trouvent d'autres faisceaux plus forts sans gaîne mécanique, ou avec quelques fibres mécaniques en avant du bois.

Ces faisceaux sont des faisceaux unipolaires primaires, ils possèdent quelques trachées, deux ou trois grands vaisseaux (fig. 18, pl. XVI) et un liber primaire contenant une ou deux grandes cellules grillagées.

La réserve est formée par de l'amidon.

Ces tubercules ne durent qu'une année, ils se vident à chaque période de végétation et sont remplacés par de nouveaux tubercules.

TUBERCULE DE L'*HELMIA BULBIFERA*.

Je n'ai eu à ma disposition que des tubercules obtenus par la mise en végétation de bulbilles que M. le Professeur Treub m'avait envoyées de Buitenzorg.

Le tubercule a une forme renflée comme celui de l'*Helmia hirsuta* (fig. 2, pl. XVIII), mais la région où est insérée la tige aérienne s'élève au milieu de la face supérieure du tubercule sous la forme d'un large cylindre plus ou moins allongé. La face inférieure du tubercule est lisse, elle représente la région de croissance. La face supérieure du tubercule, de couleur plus sombre, est toute couverte de racines (fig. 2, pl. XVIII). Les racines les dernières formées sont placées à la jonction de cette face et de la face inférieure. Les racines les plus âgées se trouvent dans le voisinage de l'insertion de la tige aérienne, sur la partie la plus ancienne du tubercule. Chaque racine est entourée à sa base d'une collerette formant un bourrelet circulaire.

Si l'on pratique une section horizontale dans la région superficielle de ce tubercule, on voit que le liège superficiel est formé de grandes cellules allongées horizontalement, à parois épaissies et criblées de perforations ponctiformes qui sont représentées vues de face et en section fig. 22, pl. XVI. Certaines cellules de ce liège portent en outre des épaississements figurant des spires parallèles. En section radiale, ces cellules superficielles montrent une lumière étroite (fig. 21, pl. XVI). Sous ce liège on trouve le cambiforme

qui l'a produit. Ses cellules (*Clf* fig. 21 et 22, pl. XVI) sont allongées dans le sens horizontal. Au-dessous du cambiforme on a huit ou dix couches de grandes cellules de tissu fontamental formant une région corticale (*rf* fig. 21 et 22, pl. XVI).

Sous la région corticale, on ne trouve pas dans ce tubercule le second cambiforme si fréquent chez les Dioscorées.

Le tissu amylifère commence immédiatement sous l'écorce, ses cellules sont remplies de gros grains d'amidon aplatis, empilés l'un sur l'autre (*ca*, fig. 20, pl. XVI).

Les faisceaux sont grêles, formés d'une petite masse ligneuse antérieure avec trachées et d'une masse libérienne allongée radialement (fig. 20, pl. XVI). Ces faisceaux sont répartis à peu près uniformément dans tout le tubercule : il sont cependant un peu plus nombreux et plus grêles à la périphérie qu'au centre. Ils s'anastomosent fréquemment entre eux latéralement de sorte qu'ils constituent un véritable réseau.

Le point de végétation de ce tubercule a les mêmes caractères que celui de l'*Helmia hirsuta*. Le tubercule de cette plante a la plus grande analogie avec celui de l'*Helmia hirsuta*.

§ 13. — Structure du Rhizome du Dioscorea villosa L.

La partie souterraine du *D. villosa* ressemble beaucoup au rhizome du *D. quinqueloba*. Nous verrons qu'elle a également la valeur d'une tige souterraine recouverte d'écailles.

Elle porte de même des tiges aériennes sur la face supérieure, et des racines sur sa face inférieure.

Ce rhizome a une forme cylindrique, il est ramifié. La surface lisse porte des écailles très minces qui laissent à nu des portions du rhizome (fig. 13 pl. XVII). L'insertion des écailles se fait suivant une ligne très oblique qui embrasse tout le pourtour du rhizome. La partie libre de ces écailles, très réduite, atteint environ cinq millimètres de longueur. Le cycle suivant lequel sont insérées les écailles est $\frac{1}{2}$.

Au-dessus de l'insertion d'une écaille, le rhizome porte souvent deux bourgeons, l'un se développe en une tige

aérienne grêle (*Tg* fig. 13), l'autre en un rhizome qui représente la ramification homogène du rhizome primitif.

Les volumineux bourgeons (*rh* fig. 13, pl. XVII) qui représentent la ramification homogène du tubercule ne se développent que très peu durant l'année de leur formation. Il s'allongent surtout l'année suivante et produisent des rhizomes couverts d'écailles semblables au rhizome primitif.

La plante se propage ainsi par la ramification de son rhizome, occupant de proche en proche un terrain plus étendu. Comme la partie ancienne du tubercule se vide et finit par se détruire, on a finalement plusieurs pieds de plante issus de la plante initiale.

Une section transversale du rhizome montre que la surface du tubercule est recouverte d'un épiderme (*Ep* fig. 24, pl. XVII), dont certaines cellules sont recloisonnées. Sous cet épiderme vient une couche de tissu fondamental à parois minces, puis on a deux ou quatre assises de cellules épaissies formant gaîne mécanique (*Gm* fig. 14, pl. XVII). Le tissu fondamental interne est formé de cellules plus grandes que les cellules des assises externes: les parois de ces cellules sont épaissies, surtout dans le voisinage de la gaîne mécanique. Les cellules du tissu fondamental interne renferment de l'amidon en grains arrondis ou ovoïdes.

Les faisceaux renfermés dans le tissu fondamental interne sont très nombreux et tous orientés comme dans une tige, ils sont de plusieurs sortes. Les plus petits (*f* fig. 16, pl. XVII) occupent la périphérie du rhizome, ils se composent de quatre à six éléments ligneux (B_1 fig. 14, pl. XVII) et d'un petit groupe d'éléments libérieus (λ fig. 14, pl. XVII) tous de même taille.

D'autres faisceaux plus rapporchés du centre de figure de la section (*F* fig. 16, pl. XVII) sont beaucoup plus volumineux que les premiers ; les plus gros occupent le centre de la tige ou une région voisine. La partie antérieure de ces faisceaux renferme des fibres primitives, des trachées (*tr* fig. 15, pl. XVII) et des vaisseaux ligneux *vl*. La masse libérienne

qui est postérieure renferme de grandes cellules grillagées (*cg* fig. 15, pl. XVII) qui ne sont séparées du bois que par une ou deux assises cellulaires.

La répartition des petits faisceaux périphériques *f* n'est pas uniforme (fig. 16, pl. XVII), souvent une portion de la périphérie du rhizome n'en présente pas, ils sont toujours beaucoup *plus nombreux à la face inférieure du rhizome*.

L'étude des sections transversales successives pratiquées dans un rhizome de *D. villosa* montre que l'écaille peut ne pas recevoir de faisceau. Lorsqu'elle en reçoit un, il est excessivement réduit, c'est une portion d'un massif libéro-ligneux compris dans la zône moyenne de la tige. La sortie du faisceau foliaire se fait suivant le procédé général que nous avons décrit dans les tiges des Dioscorées. La partie médiane du massif libéro-ligneux sort seule comme faisceau foliaire, les portions latéro-postérieures restent dans la périphérie du rhizome. Nous avons donc bien là l'émission d'un faisceau foliaire et l'écaille a la valeur d'une feuille réduite.

Le faisceau qui se rend à l'écaille se compose (fig. 17, pl. XVII) de six à dix éléments trachéens *tr* très petits et d'un nombre égal d'éléments libériens. Ce faisceau ne se ramifie pas dans l'écaille. L'épiderme antérieur de l'écaille se compose de cellules un peu allongées dans le sens de la longueur de l'organe; l'épiderme postérieur se compose de cellules semblables mais un peu plus étroites, on y trouve des stomates assez rares. Les cellules sous-épidermiques des deux faces de l'écaille laissent entre elles de nombreux méats. Sur les jeunes appendices on trouve des poils pluricellulaires courts renflés en massue.

Les faisceaux des bourgeons axillaires *rh* (fig. 13, pl. XVII) qui représentent des branches nouvelles du rhizome s'insèrent sur les petits faisceaux périphériques *f*. En outre l'insertion du bourgeon se fait toujours sur la face inférieure ou latérale du rhizome dans le voisinage de l'unique faisceau de l'écaille. En *rh* (fig. 16, pl. XVII) on voit une proéminence

qui correspond à la place du bourgeon dont le point de végétation apparaît dans l'aisselle de l'écaille *Ec* fig. 16. On voit d'autre part en *Ty* sur la même figure la section transversale d'une tige aérienne. Les *faisceaux de ces tiges aériennes s'insèrent sur les gros faisceaux intérieurs F du rhizome*, dont un certain nombre semblent passer directement du rhizome dans la tige aérienne. L'insertion de cette tige se fait en un point presque diamétralement opposé à l'unique faisceau ♀*Ec* (fig. 16, pl. XVII) reçu par l'écaille. Cette tige aérienne n'est donc pas un bourgeon axillaire.

Nous avons montré chez l'*Ataccia cristata* l'existence de bourgeons oppositifoliés dont l'insertion se fait en un point diamétralement opposé à l'aisselle de la feuille. L'insertion des faisceaux de ces bourgeons se fait aussi sur les faisceaux du centre de la tige et non sur les faisceaux périphériques. Les bourgeons axillaires de l'*Ataccia*, comme ceux du rhizome du *D. villosa*, représentent la ramification homogène de la tige, leurs faisceaux s'insèrent aussi sur les petits faisceaux périphériques. C'est là d'ailleurs le mode normal de l'insertion du bourgeon axillaire chez les Monocotylédonées à tiges larges (*Ataccia*, *Acorus calamus*).

Les faits que nous venons d'exposer permettent de tirer les conclusions suivantes :

1° Le tubercule du *Dioscorea villosa* L. est une tige souterraine à entrenœuds assez allongés ;

2° Les feuilles du rhizome, réduites à l'état d'écailles, ne reçoivent qu'un petit faisceau. Au dessus de l'insertion de l'écaille, le rhizome fournit deux bourgeons : l'un, situé dans l'aisselle de la feuille, est un bourgeon axillaire qui fournit la ramification homogène du tubercule ; l'autre bourgeon est diamétralement opposé à l'unique faisceau de la feuille, il a la valeur d'un bourgeon oppositifolié.

Le tubercule du *D. villosa* a donc la même valeur que celui du *D. quinqueloba* dont nous avons décrit le développement et la structure.

Ces rhizomes des Dioscorées ressemblent beaucoup au rhizome des Taccacées; le grand nombre des faisceaux, leur répartition, l'insertion du bourgeon axillaire et du bourgeon oppositifolié sont les mêmes dans les deux cas. Dans ces espèces la tige aérienne des Dioscorées est l'homologue de la hampe florale des Taccacées.

Nous retrouverons un autre exemple de ces rhizomes à bourgeons de deux ordres chez le *Trichopus zeylanicus* parmi les Dioscorées hermaphrodites.

§ 14. — Caractères des différents types de Tubercules chez les Dioscorées.

Les tubercules des Dioscorées que nous avons pu étudier se rattachent à quatre types :

I. Les tubercules du type *Tamus*.
II. Les tubercules du type *Helmia*.
III. Les tubercules du type *Dioscorea Kita*.
IV. Les rhizomes.

I. — Les tubercules du type *Tamus* peuvent être caractérisés comme il suit :

1° Ils résultent d'une hypertrophie secondaire des deux premiers entrenœuds de la tige principale et de la face dorsale de l'axe hypocotylé.

2° A l'exception de quelques petits faisceaux formés au voisinage de l'axe hypocotylé, ces tubercules ne sont vascularisés que par des faisceaux secondaires.

3° Le point de végétation n'est pas localisé. Ces tubercules s'accroissent par un double système de cambiformes dont l'activité est plus accentuée dans la région inférieure de l'organe.

4° Ces tubercules sont vivaces.

5° Chez le *Tamus communis* le tubercule a une forme cylindrique plus ou moins ramifiée.

A l'état adulte, le tubercule n'a plus sa surface différenciée en face dorsale et face ventrale.

6° Chez le *Dioscorea sinuata*, le tubercule conserve la forme bifaciale primitive. L'activité des cambiformes s'accentuant vers la périphérie, l'organe prend la forme d'un disque horizontal souvent échancré du côté de la terminaison de l'axe hypocotylé. La face ventrale porte seule les racines, tandis que la face dorsale se couvre de plaquettes subéreuses.

7° Malgré sa forme cylindrique et un géotropisme positif accusé, le tubercule du *D. altissima* présente la forme bifaciale. La face ventrale est étroite.

8° Le tubercule du *Testudinaria elephantipes* adulte présente comme celui du *D. sinuata* une forme bifaciale très accusée. La formation subéreuse de la face dorsale s'exagère beaucoup dans le *Testudinaria*.

II. — Les tubercules du type *Helmia* nous ont présenté les caractères suivants :

1° Au début, ils ne sont, comme les tubercules du type *Tamus*, qu'une hypertrophie secondaire de la base de la tige principale et d'une portion de l'axe hypocotylé. — La région inférieure de l'axe hypocotylé est pliée par l'accroissement du tubercule qui se place dans le prolongement de la tige principale.

2° Le point de végétation de ces tubercules est formé par une large plage méristématique dont les éléments voisins de la surface se cloisonnent comme un cambiforme, tandis que les cellules profondes se cloisonnent en tous sens.

3° Les faisceaux sont primaires, unipolaires, orientés bois en dedans, liber en dehors.

4° Ces tubercules sont annuels.

5° La forme de ces tubercules est à peu près sphérique.

Les racines s'insèrent sur toute leur surface. Il n'y a pas différenciation de la surface en face dorsale et face ventrale.

6° Certains tubercules qui se rattachent au type *Helmia* ont une forme allongée, plus ou moins ramifiée. Leur point de végétation est beaucoup moins large, il occupe l'extrémité inférieure de l'organe. Nous avons rencontré cette manière d'être chez le *Dioscorea repanda*. — Nous l'avons vue aussi chez le *D. multicolor*. Le tubercule très ramifié de cette espèce présente un intérêt particulier parce qu'on y voit encore une indication de la différenciation de la surface en région ventrale et région dorsale, les racines se formant surtout sur l'une des faces du tubercule. Chez *D. multicolor*, les faisceaux primaires sont accompagnés du côté de la face dorsale par des faisceaux secondaires formés dans un tissu fondamental fourni par un cambiforme.

Le tubercule du *D. javanica* rentre probablement aussi dans le type helmien auprès de celui du *D. multicolor*, mais ses productions secondaires sont très réduites.

Le tubercule du *D. pentaphylla* est très voisin de celui de l'*Helmia hirsuta*.

Les tubercules du type *Helmia* sont morphologiquement plus élevés que ceux du type *Tamus*. Leur point de végétation possède un méristème. Les faisceaux sont unipolaires. Ces tubercules présentent des caractères qu'on ne trouve que dans les tiges, mais la nature de leur point de végétation et de leur surface, l'absence d'appendices empêchent de considérer ces tubercules comme des tiges.

III. Les tubercules du type *Dioscorea Kita* sont les plus nombreux, ils apparaissent plus tôt que les autres dans la jeune plante.

1° Ils débutent dans la jeune plante par une hypertrophie latérale de l'axe hypocotylé.

2° Ces tubercules ne renferment que des faisceaux primaires unipolaires orientés bois en dedans, liber en dehors.

3° Le point de végétation est un large méristème recouvert d'un cambiforme externe destiné à fournir le liège superficiel. Ce point de végétation a les caractères du point de végétation d'une grosse racine.

4° Les faisceaux du tubercule se raccordent à ceux de la tige principale et de l'axe hypocotylé par des faisceaux primaires.

5° Ces tubercules sont annuels.

6° Ils peut se former à l'extrémité d'une racine comme chez *D. illustrata*, *D. discolor*, ou dans les tissus d'un bourgeon renflé en bulbille (*D. Batatas*).

7° Ces tubercules ont été étudiés chez *D. Batatas*, *D. aculeata*, *D. illustrata*, *D. discolor*.

Ces tubercules, comme ceux du type *Helmia*, sont caractérisés par leurs faisceaux unipolaires et par leur point de végétation méristématique à revêtement subéreux. Ils ne rentrent dans aucune des catégories morphologiques établies pour les organes des plantes vasculaires.

C'est à cause de cette coexistence de caractères qu'on ne trouve pas d'ordinaire réunis dans un même organe, que le tubercule du *D. Batatas* a été tour à tour regardé comme un rhizome et comme une racine.

IV. Tubercules rhizomes du type *D. quinqueloba*.

Les tubercules rhizomes se distinguent de tous ceux que nous avons rangés dans les catégories précédentes par les caractères suivants :

1° Ils se forment dans la jeune plante par le développement du bourgeon axillaire de la seconde feuille; celle-ci est réduite à l'état d'écaille.

2° Ils sont recouverts de feuilles écailleuses unifasciculées.

3° Leurs faisceaux sont des faisceaux unipolaires, ceux de la région centrale sont les plus forts. Certains de ceux-ci émettent les faisceaux foliaires et sont comparables aux

massifs sortants des Taccacées. Les lobes latéro-postérieurs de ces massifs restent parmi les faisceaux périphériques, lors de la sortie du faisceau foliaire.

4° Le point de végétation de ces rhizomes est nu, il n'est recouvert que par les dernières écailles.

5° Dans l'aisselle des écailles se développent des bourgeons axillaires qui fournissent des ramifications du rhizome. Les faisceaux de ces bourgeons s'insèrent sur les faisceaux périphériques du rhizome.

D'autres bourgeons, oppositifoliés, insèrent leurs faisceaux sur les gros faisceaux du centre du rhizome, les faisceaux de ces bourgeons sortent tous ensemble du rhizome après y avoir effectué un long trajet. Ces bourgeons oppositifoliés fournissent les tiges aériennes.

Le rhizome du *D. villosa*, dont nous n'avons pas pu suivre le développement, a la même valeur que celui du *D. quinqueloba*. Il en est de même du rhizome tubéreux du *Trichopus zeylanicus*.

CHAPITRE CINQUIÈME.

LES BULBILLES DES DIOSCORÉES.

Les tiges de certaines espèces de Dioscorées produisent dans l'aisselle de leurs feuilles des bulbilles renflées qui servent à disséminer la plante.

Les Bulbilles des Dioscorées ont été signalées par KARSTEN (1), qui les considérait comme des bourgeons axillaires transformés. Elles ont été figurées chez le *Dioscorea Batatas* par DECAISNE (2) qui signale en outre le bouturage des bulbilles. GERMAIN DE SAINT-PIERRE compare la bulbille du *D. Batatas* à celle de la Ficaire. Il considère cet organe comme un bourgeon dont la partie gemmaire reste rudimentaire, la base se développant en une masse radiculaire charnue.

Ces bulbilles sont peu volumineuses chez le *Dioscorea Batatas* où leur taille moyenne est celle d'un petit pois. Le volume des bulbilles atteint celui d'une pomme de terre chez l'*Helmia bulbifera* (variété de Madagascar).

Les bulbilles présentent à leur surface des éminences ou des taches plus claires. En chacun de ces points se trouve une racine dont le point de végétation est prêt à percer la

(1) KARSTEN. *Vegetationsorg. der Palmen*, p. 158 note 2. Berlin, 1847.

(2) *Flore des Serres.* Tome X. 1854-1855.

surface. Ces racines ne continuent leur développement que lorsqu'on enterre le rameau bulbifère alors que la bulbille est encore jeune. Lorsque la bulbille a été desséchée, ces racines ne se développent plus; dans ce cas, lors de la mise en végétation, il s'en forme d'autres exclusivement localisées à la base de la tige aérienne formée par la bulbille.

On distingue très facilement, surtout chez les bulbilles jeunes, outre les éminences correspondant aux racines, une autre saillie plus forte et dont la pointe est légèrement recourbée (*B* fig. 18, pl. XVII); cette saillie correspond au bourgeon de la bulbille. Ce bourgeon se développera en une tige feuillée lors de la mise en végétation.

Nous ferons connaître la bulbille du *D. Batatas*, puis celle de l'*Helmia bulbifera*.

1. Bulbille du Dioscorea Batatas.

La bulbille du *D. Batatas*, très jeune, se présente sous la forme d'un gros bourgeon axillaire. Le point de végétation de ce bourgeon est recouvert par une écaille sans faisceau dont les bords sont étroitement accolés, mais non concrescents (*Ec* fig. 24, pl. XVII). Dans cette espèce l'aisselle de la feuille renferme deux ou trois bourgeons placés l'un derrière l'autre: les deux bourgeons antérieurs fournissent des rameaux ordinaires ou des tiges florifères, c'est le bourgeon postérieur qui fournit la bulbille.

Ce bourgeon se renfle en un organe tout d'abord à peu près sphérique, sur lequel on aperçoit une proéminence conique qui est le point de végétation du bourgeon. D'autres éminences plus petites marquent la place de racines dont le point de végétation est tout formé au dessous de la surface. Le faisceau de ces racines est même différencié, il présente trois pôles ligneux.

La croissance de la bulbille ne se produit pas également sur toute sa périphérie ; sa face postérieure s'accroît beaucoup plus que sa face antérieure, de sorte que, le point d'attache et le point de végétation restant voisins, l'organe paraît courbé à la manière d'un ovule anatrope.

La surface de la bulbille très jeune est formée par l'épiderme du bourgeon. Plus tard, l'épiderme se déchire et il est remplacé par un liège issu d'un cambiforme superficiel. Sauf cette production subéreuse superficielle, la bulbille est entièrement formée par des tissus primaires. Lorsque le bourgeon qui lui donne naissance commence à se renfler, ses tissus ne sont pas encore différenciés, les faisceaux sont à peine indiqués. Toute la masse de la bulbille provient du cloisonnement des tissus jeunes du petit bourgeon. Il n'y a pas de méristême localisé.

Le système vasculaire de la bulbille s'insère sur la tige comme celui d'un bourgeon axillaire ordinaire. Nous avons vu que l'aisselle de la feuille des nœuds bulbillifères porte au moins un autre bourgeon axillaire situé entre la bulbille et la tige support. Lorsqu'on a ainsi chez les Dioscorées plusieurs bourgeons axillaires situés l'un derrière l'autre, l'insertion de ces bourgeons multiples sur les faisceaux de la tige support est identique à celle que nous avons décrite pour un bourgeon unique. Les branches vasculaires qui se rendent dans l'aisselle de la feuille fournissent un plus grand nombre de lobes qui forment autant de groupes qu'il y a de bourgeons. L'importance des systèmes vasculaires des divers bourgeons décroît vers l'extérieur, de sorte que le bourgeon externe a le système vasculaire le plus réduit. Ces rapports sont les mêmes dans le cas où l'on a dans l'aisselle d'une feuille un ou deux bourgeons et une bulbille. La section horizontale fig. 22, pl. XVII passe dans le haut d'un nœud bulbillifère au-dessous de l'aisselle de la feuille. On voit sur cette figure cinq gros faisceaux qui sont le médian *M* et les quatre faisceaux de l'arc postérieur du pétiole. Les faisceaux d'un premier bourgeon axillaire *φBg* sont disposés en un cercle;

les faisceaux de la bulbille *Bb* sont à ce niveau représentés par trois masses libéro-ligneuses situées en dehors du cercle des faisceaux du premier bourgeon. — La section fig. 23, pl. XVII passe par l'aisselle de la feuille. Elle montre le bourgeon axillaire *Bgax* et la bulbille *Bb* encore adhérents entre eux et rattachés au bord gauche de la feuille. Les faisceaux de la bulbille sont représentés par deux masses libéro-ligneuses qui ont à peu près la structure de faisceaux unipolaires.

Une section faite à un niveau un peu plus élevé rencontre encore dans la bulbille deux masses libéro-ligneuses larges ; la bulbille a généralement à ce niveau une section ovale, allongée de droite à gauche, par suite de la position qu'elle occupe entre le pétiole et la tige (fig. 27, pl. XVII). On voit apparaître à ce niveau les premières racines marquées par leur point de végétation *PVR* (fig. 27). Le bois des masses libéro-ligneuses de la bulbille au niveau du hile se compose surtout de trachées *tr* (fig. 28, pl. XVII) ; en arrière de ce bois se trouve le liber λ formé d'éléments peu différenciés. En *IR* fig. 28, on voit un diaphragme qui servira à l'insertion d'un faisceau de racine.

En pénétrant dans la bulbille, les deux masses libéro-ligneuses se divisent une ou deux fois de sorte qu'on a cinq ou six faisceaux unipolaires. Ces faisceaux se rendent au bourgeon porté par la bulbille. Ils représentent les faisceaux du bourgeon primitif. La masse qui forme le renflement de la bulbille est vascularisée par des cordons libéro-ligneux grêles en forme d'anses qui s'attachent sur les faisceaux primitifs du bourgeon soit par leurs deux extrémités, soit seulement par l'extrémité voisine du hile. Ces anses vasculaires sont des faisceaux unipolaires très grêles. — Tout le tissu fondamental intercalé entre les faisceaux est à l'état de cellules parenchymateuses remplies d'amidon (*Am* fig. 28, pl. XVII). On trouve des cellules à raphides, allongées parallèlement à la surface, dans la région externe du tissu fondamental cortical.

Les bulbilles du *D. Batatas* ne se forment guère que sur les tiges grêles.

Quand on bouture le *D. Batatas* en plaçant dans le sol un rameau bulbifère, la bulbille commence par se renfler, puis sa région inférieure s'allonge et pénètre dans le sol. Il en résulte un organe allongé renflé à son extrémité inférieure (fig. 25, pl. XVII). Cet accroissement se produit par un méristême séparé de la surface par quelques assises subéreuses. L'accroissement de cet organe est identique à celui du tubercule du *D. Batatas* dont il a d'ailleurs la forme et la structure.

La bulbille peut être double lorsque deux bourgeons axillaires concrescents interviennent dans sa constitution. Dans ce cas la bulbille est formée ordinairement de deux sphères accolées, situées l'une à droite, l'autre à gauche du pétiole. Chaque renflement porte un bourgeon.

Si l'on bouture un rameau portant une bulbille double, on voit se former deux points de végétation méristématiques qui donnent chacun un tubercule. On peut encore avoir formation de deux tubercules aux dépens d'une bulbille simple bouturée lorsque le pétiole gêne la croissance de la bulbille. On voit alors se produire deux tubercules, l'un à droite, l'autre à gauche du pétiole (fig. 26, pl. XVII).

La bulbille bouturée du *D. Batatas* (fig. 25, pl. XVII) ressemble beaucoup par sa forme, par son origine et par sa structure au tubercule de seconde formation du *Tacca*. Elle provient comme ce dernier du développement d'un bourgeon axillaire qui s'est hypertrophié. Un point de végétation avec méristême se forme dans la masse du bourgeon axillaire et produit un renflement qui s'enfonce dans le sol. Ce renflement présente des faisceaux unipolaires grêles orientés bois en dedans et liber en dehors. La seule différence importante entre la bulbille bouturée et le tubercule du *Tacca* provient de ce que, dans ce dernier, le point de végétation du bourgeon s'invagine et descend au fond d'un canal creusé dans le pédoncule du tubercule; tandis que le bourgeon reste en

haut du tubercule au voisinage du point d'attache chez le *D. Batatas*.

La bulbille du *Dioscorea Batatas* a donc la valeur d'un bourgeon axillaire renflé. — Par le bouturage, la bulbille en voie de développement peut produire un point de végétation capable de fournir un tubercule. Le point de végétation méristématique du tubercule du *D. Batatas* peut donc se former dans les tissus d'un bourgeon axillaire renflé en bulbille.

2. Bulbille de l'Helmia bulbifera Kunth.

La bulbille de *l'H. bulbifera* originaire de Java est sphérique, tandis qu'elle est plus ou moins aplatie et réniforme dans la variété introduite de Madagascar. Les bulbilles de cette espèce sont beaucoup plus volumineuses que celles du *D. Batatas*, elles atteignent la grosseur d'une pomme de terre. La forme en rein tient à ce que la bulbille est un peu étranglée dans sa région médiane qui est enserrée entre le pétiole et la tige.

La face supérieure de la bulbille (qui correspond à l'un des côtés du rein) présente en son milieu un bourgeon situé au fond d'une petite vallée; on trouve également un bourgeon semblablement placé sur la face inférieure; un troisième bourgeon se trouve au voisinage du point d'attache de la bulbille.

La surface de cette bulbille est tout couverte de taches entourées d'une auréole, ces taches correspondent à des points de végétation de racines situés sous la surface. Elles jalonnent sur les faces supérieure et inférieure des courbes plus ou moins régulièrement concentriques. Comme chez *D. Batatas*, ces racines ne se développent que si l'on vient à bouturer le rameau bulbifère avant que la bulbille ait terminé sa croissance.

La bulbille de l'*H. bulbifera* résulte de la concrescence de trois bourgeons axillaires situés l'un derrière l'autre. La section fig. 20, pl. XVII, intéresse à la fois la tige *Tg*, la feuille *P* et quatre bourgeons axillaires. Le premier bourgeon axillaire B_1 est allongé déjà tandis que les trois bourgeons postérieurs B_2, B_3 et B_4 sont concrescents et forment la jeune bulbille par l'hypertrophie de leur région inférieure commune. On voit le système vasculaire des trois bourgeons B_2, B_3 et B_4 se réunir en une trace commune qui se réunit au système vasculaire du bourgeon B_1 et l'ensemble s'attache sur les faisceaux de la tige.

La bulbille s'accroît en s'allongeant transversalement c'est-à-dire à droite et à gauche du pétiole sur lequel elle repose. Une crête saillante apparaît entre le bourgeon postérieur B_3 (fig. 21, pl. XVII) et le bourgeon moyen B_2 une autre entre le bourgeon B_2 et le point d'attache. Les points de végétation des bourgeons primitifs restent dans le plan de symétrie de l'organe qui coïncide avec celui de la feuille. Sur la bulbille développée, le point de végétation du bourgeon postérieur B_3 est placé sur la face inférieure de la bulbille, le point de végétation du bourgeon moyen B_2 sur sa face supérieure, le point de végétation du bourgeon antérieur B_1 reste à proximité du point d'attache (fig. 21, pl. XVII).

La surface de la bulbille est d'abord formée par un épiderme; mais cet épiderme est de bonne heure remplacé par un liège issu d'un cambiforme (*cbf* fig. 29, pl. XVII). Les cellules superficielles ne sont pas épaissies, les cellules profondes du liège ont des parois épaisses.

Le système vasculaire de la bulbille se compose au niveau du hile de quatre à six masses libéro-ligneuses qui se divisent en un certain nombre de faisceaux dès l'entrée dans la bulbille. Ces faisceaux se rendent aux divers bourgeons de la bulbille B_1, B_2, B_3 fig. 21, pl. XVII. Des branches vasculaires dont la valeur est celle de faisceaux unipolaires, s'insèrent sur les faisceaux des bourgeons et se rendent dans

les diverses régions de la bulbille. Certains faisceaux extérieurs s'insèrent par une seule de leurs extrémités sur d'autres faisceaux plus intérieurs. D'autres sont libres et terminés en pointe à leurs deux extrémités.

Toutes les cellules du tissu fondamental interne sont remplies d'amidon.

Si l'on bouture un rameau bulbifère de l'*H. bulbifera*, la bulbille se renfle fortement et s'enfonce dans le sol, les racines percent sa surface. La croissance de l'organe se localise dans sa région inférieure où se forme un large point de végétation méristématique, qui produit un tubercule identique au tubercule ordinaire de cette espèce.

La bulbille de l'*H. bulbifera* a donc la valeur de trois bourgeons concrescents hypertrophiés.

Les bulbilles des Dioscorées résultent donc de l'accroissement d'un bourgeon axillaire ou de plusieurs bourgeons concrescents hypertrophiés dans leur région inférieure.

B. — DIOSCORÉES HERMAPHRODITES.

Stenomeris dioscoreaefolia Planch (1).

1. Structure de la tige (2).

La section transversale moyenne de la tige de *Stenomeris* a un contour circulaire présentant de légères crêtes superficielles (fig. 30, pl. XVII).

L'épiderme est formé de cellules allongées dont la cuticule présente des stries parallèles au grand axe de la cellule.

Le tissu fondamental externe comprend six à huit assises de cellules à parois minces. Une gaîne mécanique épaisse empâte la région postérieure des massifs libéro-ligneux. Cette gaîne se compose de six assises cellulaires en arrière des grands massifs libéro-ligneux, de huit à dix assises en arrière des massifs les plus grêles.

Les massifs libéro-ligneux sont de deux sortes (fig. 30, pl. XVII). Les uns plus petits forment un cercle externe, ce sont les massifs *sortants* ; les autres plus grands, s'avancent très

---

(1) Je rappelle que c'est à M. le Professeur Engler, le savant Directeur du Musée royal de Botanique de Berlin, que je dois les fragments de tige et de feuille du *St. dioscoreaefolia* qui m'ont permis de faire une première étude anatomique de cette rare espèce.

(2) Je n'ai eu à ma disposition qu'un petit fragment de tige. Les tissus de cet échantillon ne se sont pas regonflés malgré les traitements essayés.

près du centre, ce sont les massifs *réparateurs*. Ces deux sortes de faisceaux alternent régulièrement.

Les massifs sortants ne renferment qu'une seule masse libérienne.

Chacun des massifs réparateurs a une section transversale de forme ovale. Le bois entoure complètement le massif, il comprend d'avant en arrière des trachées, puis des vaisseaux dont la largeur s'accroît jusqu'au niveau de la région moyenne du massif, où se trouvent les vaisseaux les plus larges. Les vaisseaux de la région postérieure sont moins grands. Ces éléments ligneux entourent complètement le massif. Le liber est représenté par un groupe antérieur λa (fig. 30, pl. XVII) et par un groupe postérieur λp. Certains massifs réparateurs présentent en outre, un peu en arrière des plus grands vaisseaux ligneux, deux petits lobes libériens.

2. La Feuille.

Dans cette feuille, la nervation est réticulée. Des nervures secondaires ascendantes relient la nervure médiane *nm* (fig. 31, pl. XVII) aux nervures latérales *nl*. Les nervures secondaires sont reliées entre elles par des nervures de troisième ordre, qui sont à leur tour mises en rapport par des nervures de quatrième ordre. Les terminaisons en pointe libre *pl* sont très rares, elles sont formées par des nervures très grêles dans les mailles les plus petites (fig. 31, pl. XVII).

Le parenchyme du limbe renferme des cellules à raphides, allongées parallèlement à la surface du limbe.

La nervure médiane ne renferme qu'une seule masse libéro-ligneuse dans laquelle le liber forme plusieurs groupes.

Les cellules de l'épiderme du limbe ont des parois latérales légèrement ondulées. L'épiderme postérieur présente de nombreux stomates sans cellules annexes.

3. Caractères anatomiques.

Cette étude, quelque incomplète qu'elle soit, suffit pour montrer que la tige du *Stenomeris dioscoreaefolia* présente les mêmes caractères que celle des Dioscorées unisexuées. Les massifs libéro-ligneux sont de deux ordres : on distingue des massifs sortants petits, les massifs réparateurs plus grands. Les massifs sortants ne renferment qu'une seule masse libérienne comme chez les Dioscorées unisexuées à tiges grêles. Les massifs réparateurs renferment deux ou quatre masses libériennes. La disposition relative du liber et du bois est identique à ce que nous avons décrit pour les réparateurs des Dioscorées unisexuées.

La présence dans la nervure médiane d'une seule masse libéro-ligneuse renfermant plusieurs lobes libériens, la conformation des épidermes sont identiques à ce que nous avons décrit chez les Dioscorées unisexuées. — La nervation est un peu plus simple que chez les *Dioscorea*, elle rappelle plutôt la nervation de *l'Ataccia cristata*.

Trichopus zeylanicus Gaertn.

Le *Trichopus Zeylanicus* se compose d'un rhizome *Rh* (fig. 32, pl. XVII) recouvert d'écailles et portant des tiges aériennes dressées *Tg* insérées sur le pourtour du rhizome. Des racines peu ramifiées plongent dans le sol (*R* fig. 32, pl. XVII).

Chacune des tiges aériennes porte à son extrémité supérieure une feuille pétiolée *P* et des pédoncules floraux.

Nous décrirons successivement: la tige aérienne, le rhizome, la feuille, la racine.

1. La Tige aérienne.

La section transversale moyenne de cette tige présente des arêtes très accusées alternant avec de larges cannelures (fig. 34, pl. XVII).

L'épiderme est couvert de stries longitudinales. Les cellules épidermiques sont légèrement épaissies. Certaines cellules de cet épiderme portent des poils fusiformes pluricellulaires identiques à ceux des Dioscorées unisexuées (fig. 35, pl. XVII). Le tissu fondamental externe comprend environ dix assises cellulaires à parois minces, seule l'assise extérieure sous épidermique se compose de cellules à parois épaissies.

Une large gaîne mécanique *Gm* (fig. 34, pl. XVII) formée d'une dizaine d'assises cellulaires enferme les faisceaux. — Le tissu fondamental interne se compose de cellules à parois minces.

Les faisceaux de cette tige sont de deux sortes (fig. 34, pl. XVII). On distingue six grands faisceaux dont trois *M*, *lg* et *ld* sortiront dans la feuille. Les trois autres alternent avec les premiers. L'un d'eux est diamétralement opposé au faisceau *M*. Ces six faisceaux sont les faisceaux sortants. On trouve dans chacun d'eux une masse libérienne antérieure généralement bilobée λ(fig. 39, pl. XVII) et une masse libérienne postérieure parfois bilobée aussi. Le bois se compose de trachées antérieures (*tr* fig. 39), de quelques petits vaisseaux ligneux et de quatre vaisseaux latéraux plus grands *vl*. Le liber est formé d'éléments de petit calibre tous semblables. On ne trouve pas de grandes cellules grillagées comme chez la plupart des Dioscorées. — Les autres faisceaux de la tige sont très petits, ils alternent avec les faisceaux sortants; l'un d'eux peut même faire défaut comme c'est le cas au niveau représenté fig. 39, pl. XVII. Ces petits faisceaux sont les réparateurs. Cette portion réparatrice est très réduite dans la tige aérienne du *Trichopus*, cette tige se terminant au niveau

du nœud *N* (fig. 32, pl. XVII). — Nous voyons encore ici un exemple de réduction d'une tige dans laquelle l'atrophie porte sur la portion réparatrice seulement.

Par suite de la prédominance des arêtes et des faisceaux qui se continuent dans la feuille terminale, la tige présente une surface de symétrie prédominante dans la portion voisine du nœud *N*.

Le massif sortant a la valeur d'une masse complexe, la région antérieure sort seule comme faisceau foliaire, les portions latéro-postérieures restant dans la tige.

Les matériaux dont je disposais ne m'ont pas permis de reconnaître la valeur des pédoncules floraux insérés au nœud *N*.

2. Le Rhizome.

Les écailles qui recouvrent le rhizome du *Trichopus zeylanicus* reçoivent de la tige un seul petit faisceau. Ces écailles sont alternes sur le rhizome.

La section transversale moyenne du rhizome a une forme ovale (fig. 36 et 37, pl. XVII). La région corticale de ce rhizome a une épaisseur qui varie du $\frac{1}{4}$ au $\frac{1}{10}$ du rayon. On trouve dans cette région un grand nombre de cellules à raphides.

La gaîne casparyenne est formée de cellules faiblement épaissies en fer à cheval.

Les faisceaux, très nombreux, sont tous situés en dedans de la gaîne. Les faisceaux les plus voisins de la gaîne sont les plus petits, ceux qui sont au voisinage du centre sont les plus grands.

Le liber occupe le centre apparent de ces faisceaux λ (fig. 38, pl. XVII), il est formé de cellules qui ont toutes à peu près le même diamètre, et parmi lesquelles on ne voit pas de grandes cellules grillagées. Ce liber est complètement enfermé dans une large gaîne d'éléments épaissis *Gm* (fig. 38,

pl. XVII) parmi lesquels on distingue quelques trachées *tr* dans la région antérieure. Les autres éléments épaissis sont semblables entre eux, leurs parois sont ponctuées et fortement épaissies. — Le bois est difficilement reconnaissable en section transversale.

La région profonde de l'écorce et les cellules du tissu fondamental interne renferment de l'amidon en petits grains.

L'étude du parcours des faisceaux dans le rhizome ne m'a pas été possible avec les matériaux mis à ma disposition.

Les quelques coupes successives que j'ai pu obtenir m'ont montré qu'à un niveau quelconque une section transversale du rhizome rencontre (fig. 36, pl. XVII) une écaille unifasciculée *Ec* encore appliquée contre le rhizome. Deux petits faisceaux destinés à des écailles franchissent la gaine pour se rendre dans la région corticale (φEcn, $\varphi Ec(n+1)$). On voit un troisième faisceau d'écaille $\varphi Ec(n+2)$ encore situé au milieu des faisceaux du rhizome. — On voit d'autre part en *Tgn* (fig. 36), un groupe de six faisceaux qui sortiront dans une tige aérienne, ils sont sur le point de franchir la gaîne. Six faisceaux formant un autre groupe analogue se dirigent vers la périphérie du rhizome, ils sont coupés très obliquement $Tg(n+1)$. — Un troisième groupe de cinq masses libéro-ligneuses dont l'une a l'aspect d'une masse anastomotique, se trouve encore profondément enfoncé dans la masse du rhizome ($Tg(n+2)$).

Une section transversale plus rapprochée du point de végétation du rhizome montre les sections des écailles *Ecn* et $Ecn(+1)$ appliquées contre la surface du rhizome (fig. 37, pl. XVII). La tige *Tgn* est presque libre, les faisceaux de la tige $Tg(n+1)$ vont franchir la gaîne ; ceux de la tige $Tg(n+2)$ se rapprochent de la périphérie. A côté de l'écaille *Ecn* se trouve la section d'un organe *Bg.ax.n* (fig. 37) dont les faisceaux, beaucoup plus nombreux que ceux des tiges aériennes, sont insérés seulement sur les faisceaux périphériques du rhizome. Cet organe représente un bourgeon axillaire de l'écaille *Ecn*, il fournira une ramification du rhizome.

Nous avons donc sur le rhizome du *Trichopus zeylanicus* des tiges de deux sortes: les unes sont des tiges aériennes, leurs faisceaux peu nombreux, mais de grande taille, s'insèrent sur les faisceaux voisins du centre du rhizome. Les autres représentent la ramification homogène du rhizome. Leurs faisceaux sont plus petits et plus nombreux, disposés sur plusieurs rangs, et ces faisceaux s'insèrent sur les faisceaux périphériques du rhizome.

L'insertion des tiges aériennes est donc celle de tiges oppositifoliées, que nous avons décrite dans les rhizomes des *Dioscorea quinqueloba* et *D. villosa*, et dans la tige des Taccacées.

L'insertion des faisceaux des branches qui représentent la ramification du rhizome est celle de bourgeons axillaires. Nous voyons (fig. 37) le bourgeon axillaire *Bgaxn* inséré tout près de l'aisselle de l'écaille *Ecn*. D'autre part la tige *Tgn* est à peu près diamétralement opposée au faisceau de l'écaille *Ecn*, il en est de même des tiges $Tg(n+1)$ et $Tg(n+2)$ par rapport aux écailles $Ec(n+1)$ et $Ec(n+2)$.

L'insertion des faisceaux de ces tiges aériennes ou souterraines, les positions de ces organes par rapport aux écailles nous montrent que le rhizome du *Trichopus zeylanicus* produit: des bourgeons axillaires qui forment la ramification homogène du rhizome, des bourgeons oppositifoliés qui se développent en tiges aériennes.

3. La Feuille.

La feuille du *Trichopus zeylanicus* se compose d'un pétiole allongé et d'un limbe de forme ovale. Le pétiole possède un renflement inférieur dont la section transversale est représenté fig. 40, pl. XVII. Ce pétiole présente au niveau du renflement: une large cannelure antérieure bordée de deux crêtes latérales peu saillantes, puis dans chaque moitié deux autres crêtes latérales séparées par une large cannelure, enfin une

crête médiane postérieure. Les faisceaux sont au nombre de cinq dont trois plus gros: le faisceau médian *M* et les deux latéraux; deux petits lobes intermédiaires sont placés entre le médian et chacun des deux latéraux. Ces petits faisceaux se terminent à peu près au niveau du tiers inférieur du pétiole. Au niveau du renflement, le tissu fondamental compris entre les faisceaux et l'épiderme est représenté par des cellules collenchymateuses.

Une section transversale de la région moyenne du pétiole ne montre plus que les trois faisceaux *M*, *lg* et *ld*. Ces faisceaux sont complétement entourés d'une gaîne mécanique (fig. 41, pl. XVII), tandis qu'ils présentaient seulement un arc postérieur de fibres mécaniques au niveau du renflement (fig. 40).

Le pétiole ne possède pas d'arc antérieur, il a d'ailleurs plutôt la valeur d'une région intermédiaire passant graduellement au limbe, au lieu d'être plus ou moins arrondi comme chez les Dioscorées unisexuées.

Le limbe, de forme ovale, montre cinq nervures primaires, une médiane et de chaque côté deux nervures latérales. La nervure latérale externe cotoie le bord du limbe, représentant une nervure marginale. Cette nervure n'émet pas de ramifications vers le dehors. Elle borde environ les $\frac{2}{3}$ de la longueur du limbe et se termine en se jetant sur la nervure latérale interne. Au delà de ce point, la nervure latérale interne cotoie le bord et devient nervure marginale jusqu'au sommet du limbe.

Ces nervures primaires *nm*, *l*, *m* (fig. 46, pl. XVII) sont reliées entre elles par des nervures secondaires ascendantes rectilignes ou géniculées. Ces nervures secondaires sont à leur tour réunies par des nervures de troisième ordre. Les mailles ainsi formées sont vascularisées par de petites nervures dont les ramifications se terminent en pointe libre. Ces terminaisons sont très nombreuses.

A l'origine du limbe, le faisceau de la nervure médiane est la continuation directe du faisceau médian du pétiole. Les

faisceaux des deux nervures latérales d'un même côté du limbe proviennent de la division du faisceau latéral du pétiole du même côté. Les faisceaux du pétiole ne forment aucun réseau à ce niveau.

La nervure médiane, représentée en section transversale fig. 42, pl. XVII, possède une crête médiane postérieure et deux crêtes latérales. Le massif libéro-ligneux de cette nervure est enfermé dans une gaîne mécanique épaisse. Le liber est représenté par sept masses libériennes λ (fig. 42,) bien distinctes. La masse libéro-ligneuse de la nervure médiane a donc une structure analogue à celle de la nervure des feuilles des Dioscorées unisexuées.

La section transversale du bord du limbe (fig. 45, pl. XVII) montre un bourrelet correspondant à la nervure marginale. Le faisceau de la nervure médiane est entouré d'une large gaîne de fibres mécaniques.

Les épidermes des deux faces du limbe sont formés de cellules à parois latérales ondulées (fig. 43 et 44, pl. XVII). Certaines cellules plus petites portent des poils courts, pluricellulaires, fusiformes, identiques à ceux des Dioscorées unisexuées (*Pl* fig. 43 et *BP* fig. 44, pl. XVII). L'épiderme postérieur porte des stomates.

4. La Racine.

La région corticale de la racine occupe les $\frac{4}{5}$ du rayon. Les cellules qui forment l'assise externe ont des parois brunes un peu épaissies. Cette assise correspond probablement à l'assise subéreuse, l'assise pilifère paraît exfoliée. Plus intérieurement viennent trois ou quatre assises de cellules un peu collenchymateuses représentant le tissu fondamental secondaire externe; les méats intercellulaires de ce tissu sont très petits. Quelques unes des cellules les plus intérieures de cette zone sécrètent des raphides.

Le liège interne se trouve représenté pa dix à douze assises de cellules à parois minces séparées par des méats un peu plus grands que ceux de tissu fondamental secondaire externe.

La gaîne est formée par des cellules aplaties fortement épaissies en fer à cheval, l'épaississement portant exclusivement sur les parois internes et latérales.

Le faisceau présente douze pôles ligneux. Les vaisseaux ligneux les plus intérieurs sont les plus grands, ils n'arrivent pas tout à fait jusqu'au centre de figure du faisceau. Les fibres primitives sont épaissies dans tout le faisceau. Le liber forme douze petits groupes alternant avec les pôles ligneux et dont les éléments sont tous de faible section.

En résumé, le *Trichopus Zeylanicus* possède un grand nombre de caractères anatomiques communs avec les Dioscorées unisexuées.

Le rhizome a la même valeur morphologique que celui des *Dioscorea quinqueloba* et *D. villosa*. — La tige aérienne comprend deux sortes de massifs libéro-ligneux, les uns sortants, les autres réparateurs. Les grands massifs ont plusieurs masses libériennes. — La nervation est réticulée avec terminaisons en pointe libre. Les nervures primaires renferment un massif libéro-ligneux à lobes libériens multiples. Les poils des épidermes de la tige et des feuilles ont la même conformation que ceux des Dioscorées unisexuées. — La différence la plus importante est l'absence d'arc antérieur au pétiole. Le pétiole est très peu différencié chez le *Trichopus*.

Caractères anatomiques des Dioscorées hermaphrodites (Stenomeris *et* Trichopus).

L'Anatomie des Dioscorées hermaphrodites fournit donc des caractères qui permettent de rapprocher ces plantes des Dioscorées unisexuées.

La tige aérienne (*Trichopus* et *Stenomeris*) présente deux ordres de massifs libéro-ligneux dont les plus grands renferment chacun plusieurs lobes libériens.

La feuille (*Trichopus* et *Stenomeris*) possède une nervation réticulée. Les grosses nervures ne renferment qu'un massif libéro-ligneux à lobes libériens multiples. Les épidermes des feuilles et les poils sont identiques à ce que l'on observe chez les Dioscorées unisexuées.

Chez *Trichopus*, le rhizome fournit une ramification homogène axillaire. Il produit en outre des tiges oppositifoliées qui deviennent des tiges aériennes.

CONCLUSIONS.

I. — Les Tubercules des Dioscorées.

Dans les tubercules des Dioscorées que nous avons étudiés, il y a lieu de distinguer quatre types : deux formes extrêmes très tranchées représentées par le tubercule du *Tamus* et par le tubercule du *Dioscorea quinqueloba*; puis deux autres formes moins dissemblables entre elles, reliant la masse d'origine secondaire du *Tamus* au rhizome du *D. quinqueloba*. Nous trouvons ces formes moyennes réalisées dans les tubercules du *Dioscorea Kita* et de l'*Helmia hirsuta*.

Le tubercule du *Tamus* est une masse de tissus secondaires uniquement vascularisée par des faisceaux secondaires. sa valeur morphologique est donc inférieure à celle de tous les organes à faisceaux primaires, même aux *Surfaces indéterminées*.

Le tubercule du *Dioscorea quinqueloba* est un rhizome, c'est-à-dire une tige souterraine. Il ne contient que des tissus primaires. Son point de végétation, nu, émet latéralement

des appendices. Ses faisceaux sont unipolaires, orientés radialement bois en dedans, liber en dehors. Il sont différenciées, certains faisceaux, en effet, sortent dans les appendices tandis que les autres restent dans l'organe et réparent les sorties. Au moment de l'émission du faisceau foliaire, la région antérieure du massif qui le fournit sort seule, dans l'appendice, les portions latéro-postérieures restant dans la tige. L'agencement de ces faisceaux indique plusieurs surfaces de symétrie passant par une ligne commune, c'est à peine si une légère déformation due à l'inégalité de la croissance des deux faces de l'organe, masque cette symétrie radiée. La ramification homogène du tubercule est axillaire. Ce tubercule a donc bien tous les caractères d'une tige.

Quant aux tubercules du *Dioscorea Kita* et de l'*Helmia hirsuta*, ils présentent à la fois des caractères de tige et des caractères de racines. D'autre part nous n'y trouvons pas certains caractères essentiels qui définissent ces deux catégories de membres. Dès lors, bien que ces tubercules aient des faisceaux primaires définis, ils n'atteignent pas le degré d'élévation morphologique qui caractérise les tiges et les racines.

Chez le *Dioscorea Kita*, la masse du tubercule est composée de tissus primaires avec faisceaux unipolaires orientés bois en dedans, liber en dehors. Mais tous ces faisceaux ont la même valeur, ils ne sont pas différenciés en faisceaux sortants et en faisceaux réparateurs. Ils ne sont pas groupés comme les faisceaux des tiges des Dioscorées. Ils ne sortent pas. C'est à peine s'il y a entre eux une différence de taille en rapport avec leur écartement relatif de l'axe de figure de l'organe. — La présence de faisceaux unipolaires et leur orientation ne suffisent pas à caractériser ces tubercules comme tige. L'absence d'appendices, la présence d'une pilorhize qui coiffe le point de végétation donnent plus de force à l'idée qui écarte l'attribution aux tiges et qui les

rapproche des racines, mais cette notion est contredite par l'absence d'un faisceau multipolaire, et par la présence de faisceaux unipolaires orientés comme il est dit ci-dessus.— En fait l'organe n'est ni une racine, ni une tige, il ne rentre pas dans les définitions classiques qui ont été proposées pour ces membres : il nous montre la réunion de caractères pris dans les définitions de ces deux sortes d'axes et que l'on considérait comme exclusivement propres à l'une ou à l'autre. Les définitions classiques acceptées de la tige et de la racine n'avaient pas prévu ces sortes d'organes, elles se montrent là nettement insuffisantes.

Le tubercule du *D. Kita* est un organe à faisceaux définis, supérieur comme tel aux surfaces indéterminées, mais inférieur aux tiges et aux racines.

Morphologiquement, le tubercule de l'*Helmia* est inférieur à celui du *D. Kita*. Il débute comme celui du *Tamus*, par des productions exclusivement secondaires, mais il acquiert peu à peu un point de végétation de plus en plus localisé, et il se continue par une pièce identique au tubercule du *Dioscorea Kita*.

Il est extrêmement instructif pour la Morphologie Générale de voir apparaître ainsi de nouvelles catégories de pièces morphologiques d'ordre inférieur, dans une famille où le type Monocotylédone atteint une de ses expressions les plus élevées.

La valeur de nos divers types de tubercules étant ainsi mise en évidence, nous caractériserons chacun d'eux comme il suit :

Les *tubercules du type Tamus* résultent d'une hypertrophie secondaire superficielle localisée sur la face postérieure ou dorsale des deux premiers entrenœuds de la tige principale

et du haut de l'axe hypocotylé.— Le tubercule se place dans le prolongement de la tige principale et rejette latéralement l'axe hypocotylé.

Sauf dans sa région d'insertion, la masse du tubercule est tout entière formée de productions secondaires. Ses faisceaux sont secondaires. — Le tubercule du *Tamus* n'a pas de point de végétation localisé. Il croît par un double système de cambiformes qui revêtent toute sa surface. A une époque avancée du développement, lorsque la croissance des parties voisines de l'insertion se ralentit, celle des parties libres éloignées de l'attache devient plus active, c'est la seule trace de localisation que l'on puisse constater dans la croissance.

La surface de l'organe est formée par un tissu subéreux, mais ce tissu ne s'exfolie pas et ne forme pas coiffe à la manière d'une pilorhize.

Ces tubercules sont vivaces.

A l'état jeune, ces tubercules ont deux faces bien différenciées. La face inférieure ou ventrale vers laquelle se termine l'axe hypocotylé porte seule des racines.

Les tubercules du *Tamus* ont une forme cylindrique ramifiée, la différence des faces ventrale et dorsale disparaissant de bonne heure. Ils s'allongent principalement par leur extrémité libre. Celle-ci s'enfonce dans le sol.

Chez le *Dioscorea sinuata*, la forme bifaciale primitive du tubercule type est conservée indéfiniment. L'accroissement se localisant à la périphérie du tubercule, il s'édifie un disque horizontal dont les deux faces sont toujours dissemblables. La face inférieure, posée sur le sol, porte seule les racines. La face dorsale se charge de plaquettes subéreuses. Bien que la forme du tubercule du *D. sinuata* soit plus proche de la forme primitive, nous devons regarder ces tubercules du *D. sinuata* comme morphologiquement plus élevés que ceux du *Tamus*, la zone d'accroissement y étant plus localisée. Car c'est précisément une localisation de plus en plus grande du point de végétation qui va nous conduire aux tubercules de l'*Helmia* et du *Dioscorea Kita*.

Le tubercule du *D. altissima* nous montre de quelle manière s'effectue le passage de la forme spéciale des tubercules du *D. sinuata* à la forme des tubercules du *Tamus communis*. Ce tubercule du *D. altissima* est très allongé, il s'enfonce verticalement dans le sol comme celui du *Tamus*. Il nous montre encore les deux faces ventrale et dorsale; la première, réduite, porte seule les racines, tandis que la face dorsale, plus étendue, présente une forme convexe.

Les *tubercules du type Helmia* débutent encore par une hypertrophie latérale de la base de la tige principale et du haut de l'axe hypocotylé. Cette hypertrophie d'origine secondaire plie l'axe hypocotylé, rejette latéralement sa partie inférieure et place le tubercule dans le prolongement de la tige principale.

A part leur couche superficielle, la masse de ces tubercules est formée de tissus primaires. Elle résulte de l'activité d'une grande plage méristématique dont les éléments voisins de la surface se cloisonnent comme un cambiforme, tandis que les cellules profondes se cloisonnent en tous sens.

Les faisceaux sont primaires, tous de même valeur, orientés radialement bois en dedans, liber en dehors.

Ces tubercules s'allongent par un gros point de végétation terminal formé d'un méristème dans sa partie profonde et d'un cambiforme dans sa partie superficielle. Ce cambiforme produit le liège qui constitue la surface du tubercule.

Ces tubercules sont annuels.

La face ventrale du tubercule est très peu marquée, même dans le jeune âge ; elle n'est indiquée que par la terminaison de l'axe hypocotylé. On trouve des racines sur toute la surface du tubercule.

Ces tubercules ont une forme sphérique ou allongée. Dans ce dernier cas ils s'enfoncent verticalement dans le sol. Les tubercules allongés de ce type présentent un point de

végétation plus localisé que celui des tubercules sphériques. Le point de végétation occupe toujours dans ces organes la partie inférieure, celle qui se trouve la plus éloignée du point d'attache.

Lorsque ces tubercules s'établissent sur une tige ordinaire, comme sur la tige aérienne produite par un tubercule après l'hivernation, la base de cette tige devient le siège d'une hypertrophie secondaire dans laquelle se forme le point de végétation localisé qui produira le nouveau tubercule. L'hypertrophie est latérale et le nouveau tubercule se place dans le prolongement de la tige aérienne.

Les tubercules du type *Dioscorea Kita* sont les plus nombreux. Ils apparaissent plus tôt que les autres sur la jeune plante. Ils peuvent aussi se produire à une époque quelconque de la vie de la plante, leur insertion se faisant alors sur les organes les plus divers.

Nous caractériserons ces tubercules comme il suit:

Dans la jeune plante, une hypertrophie latérale de l'axe hypocotylé apparaît de très bonne heure, et marque le début du tubercule Elle est provoquée par des cloisonnements dirigés en tous sens. Ces cloisonnements se localisent rapidement et produisent un gros point de végétation, méristématique dans sa partie profonde, cambiforme dans sa région superficielle. Ce point de végétation est identique à celui d'une forte racine.

A l'exception de sa surface, le tubercule est formé par des tissus primaires. Ses faisceaux sont primaires, tous semblables entre eux, ne formant pas de groupes complexes, ils sont orientés radialement bois en dedans, liber en dehors. Ils se raccordent aux faisceaux de l'axe hypocotylé par des faisceaux primaires.

L'élongation rapide de ces tubercules se fait par un gros

point de végétation analogue à celui d'une large racine, c'est-à-dire avec une masse méristématique recouverte d'un cambiforme qui produit le liège de la surface. Ces tubercules s'enfoncent verticalement dans le sol.

On trouve des tubercules de cette nature chez les *Dioscorea Batatas*, *D. illustrata*, *D. spiculata*, *D. aculeata*.

Ces tubercules peuvent se former à l'extrémité d'une racine, à la base d'une tige aérienne ou dans les tissus d'un bourgeon renflé en bulbille.

Lorsque le tubercule se forme à l'extrémité d'une racine comme chez les *Dioscorea illustrata*, le faisceau multipolaire de la racine s'élargit fortement, puis il se continue par un grand nombre de cordons libéro-ligneux qui peu à peu prennent très nettement la structure de faisceaux unipolaires orientés radialement bois en dedans et liber en dehors. Le point de végétation conserve sa structure, c'est-à-dire qu'il est formé d'une masse méristématique recouverte d'un cambiforme; celui-ci produit un liège comparable à une pilorhize. La transformation ne va pas plus loin dans cet exemple. Elle suffit cependant pour nous donner l'idée d'un organe morphologiquement défini, une racine dont le point de végétation s'élargit et qui, sans changer d'aspect, donne un organe dont la nature morphologique est différente de celle de l'organe initial.

Chez le *Dioscorea quinqueloba*, le rhizome est une tige souterraine caractérisée par ses faisceaux unipolaires orientés radialement, bois en dedans, liber en dehors. L'arrangement des faisceaux indique plusieurs surfaces de symétrie passant par un axe de figure commun.

Le point de végétation du rhizome est nu et produit latéralement des appendices. Ceux-ci sont toujours réduits à l'état d'écailles.

Les faisceaux foliaires font partie de massifs comparables aux massifs sortants des tiges des Dioscorées et des Taccacées, ils sont placés à la région antérieure de groupes libéro-ligneux dont les parties latéro-postérieures restent dans le rhizome.

Les tissus de ce rhizome sont primaires, même les tissus superficiels. L'épiderme peut par la suite être remplacé par un liège.

Ces rhizomes s'accroissent par un point de végétation recouvert d'écailles. Les bords de ces écailles étroitement accolés, ne se recouvrent pas l'un l'autre.

Dans l'aisselle des écailles se trouvent des points de végétation qui donneront des ramifications de même nature que le rhizome. Les faisceaux de ces bourgeons axillaires s'insèrent sur les faisceaux périphériques du rhizome.

Ces rhizomes produisent en outre des bourgeons oppositifoliés qui se développent en tiges aériennes. — Les faisceaux de ces tiges sont insérés sur les massifs libéro-ligneux voisins du centre du rhizome. En entrant dans la tige aérienne, ils se placent sur deux rangs. — Les tiges aériennes de ces plantes ont la même structure que les tiges ordinaires des autres Dioscorées.

La tige aérienne nous apparaît ici comme une tige oppositifoliée différente des rhizomes, plus semblable à la hampe florale des Taccacées. Mais comme la structure de ces tiges aériennes du *D. quinqueloba* est la même que celle des tiges ordinaires des autres Dioscorées, la tige aérienne de ces plantes acquiert ainsi une signification très spéciale. Elle nous apparaît comme plus voisine des hampes florales que des tiges ordinaires des Monocotylédonées.

Le rhizome du *Dioscorea villosa* et celui du *Trichopus Zeylanicus* ont la même valeur que celui du *D. quinqueloba*. Les tiges aériennes de ces plantes proviennent aussi du développement de bourgeons oppositifoliés.

II. — Caractères anatomiques des Taccacées.

Les caractéristiques anatomiques des Taccacées sont fournies par les massifs libéro-ligneux de leurs tiges, par leurs hampes florales, par leurs feuilles et par leurs tubercules.

Chez les Taccacées, le faisceau sortant chemine dans un groupe ou massif libéro-ligneux comprenant toujours plusieurs faisceaux dictincts.

Dans ces massifs le bois des faisceaux est extérieur, le liber est intérieur.

Le faisceau sortant est toujours placé à la région antérieure de ces systèmes. Il ne devient indépendant qu'à sa sortie de la gaîne casparyenne; les filets qui l'accompagnaient restent dans la tige à la périphérie du tissu fondamental interne où ils deviennent faisceaux périphériques.

Après un parcours variable dans lequel ils s'unissent à d'autres faisceaux périphériques, les filets libéro-ligneux restés dans la tige reforment des cordons plus puissants qui s'avancent vers le centre de la tige. Ils se divisent latéralement en plusieurs branches et les filets produits se disposent en cercle ; le faisceau qui occupe la partie antérieure du système sera un faisceau foliaire. Les massifs sortants ainsi formés cheminent jusqu'à la sortie du faisceau foliaire en agissant comme une pièce unique.

L'indépendance des faisceaux des massifs sortants indique une tige large, ce n'est pas là un caractère familial. Il en est de même du grand nombre des faisceaux de ces tiges. Au contraire le mode de groupement qui place un faisceau foliaire à la partie antérieure de chaque groupe sortant a plus de valeur comme indication de la filiation.

Les faisceaux postérieurs des massifs sortants n'agissent

pas directement comme réparateurs. Ils ne reforment pas immédiatement le filet sortant.

Les tiges des Taccacées sont pourvues d'un réseau radicifère chez l'*Ataccia cristata*.

Les tiges des Taccacées peuvent donner insertion à des tiges oppositifoliées. Celle-ci sont des hampes florales. Leurs faisceaux sont simples et disposés sur deux rangs. Les faisceaux externes fournissent les cordons sortants destinés aux bractées de l'involucre. Ces cordons sortants représentent la portion médiane d'un faisceau externe qui prend, un peu au-dessous de l'insertion des bractées, la structure dite *concentrique*.

Dans la hampe florale, la pièce foliaire ne se sépare des filets périphériques qu'immédiatement au-dessous du nœud.

Le faisceau concentrique est donc l'équivalent d'un massif sortant de la tige ordinaire, massif dans lequel les divers cordons ne sont pas isolés.

Les faisceaux de la hampe florale s'insèrent sur les massifs sortants et sur les faisceaux périphériques des tiges souches, contrairement à ce qui a lieu pour les faisceaux des bourgeons axillaires. Ces derniers s'insèrent sur les faisceaux foliaires et sur les faisceaux périphériques.

La structure de la feuille des Taccacées est très peu spécialisée.

La feuille reçoit un grand nombre de faisceaux sortants tous de même valeur qui se disposent sur un seul arc chez l'*Ataccia cristata*. Dans le pétiole rond et bien différencié du *Tacca*, il se forme un second cercle de petits faisceaux internes insérés sur les faisceaux de l'arc postérieur. Ces faisceaux s'anastomosent entre eux et se divisent en haut du pétiole, ils fournissent la plupart des faisceaux antérieurs des pétiolules. Dans les feuilles produites pendant la période de jeunesse, le cercle des faisceaux internes se réduit, ces faisceaux manquent même complètement chez les premières feuilles.

L'arc antérieur peut n'être plus représenté que par un seul petit faisceau antérieur qui s'élargit avant de se diviser

à l'origine des nervures. Enfin dans la première feuille, l'arc antérieur fait défaut.

Le *Tacca* produit donc d'abord des feuilles très simples, puis des feuilles ayant le même degré de complication que celles des Dioscorées; enfin les feuilles produites dans la suite se compliquent de plus en plus et leur arc antérieur se compose d'un grand nombre de faisceaux.

Le pétiole cylindrique du *Tacca* présente un renflement inférieur placé au-dessus de la gaîne.

Le limbe ne présente pas de glandes. Les poils, caducs, sont pluricellulaires, allongés. Les cellules de la région moyenne sont recloisonnées dans le sens de la longueur du poil.

Les stomates ne présentent pas de cellules annexes.

La nervation est réticulée, les nervures les plus grêles se terminent en pointe libre. Les nervures primaires renferment chacune plusieurs faisceaux disposés sur un seul arc, ce sont les faisceaux extrêmes qui s'épuisent successivement pour former les nervures secondaires.

Les racines des *Taccacées* présentent la structure moyenne des racines des Monocotylédonées.

Le tubercule du *Tacca* a une structure spéciale qui n'est pas représentée chez les Dioscorées. Son point de végétation est le point de végétation de la tige principale ou d'une tige axillaire. Il est placé à l'extrémité d'un long pédoncule provenant de l'accroissement intercalaire des segments supérieurs de cette tige. Lorsque le pédoncule a terminé sa croissance, ce point de végétation s'élargit et produit les feuilles de la nouvelle pousse. Pendant que se fait ce travail dans le bourgeon du tubercule, sa partie inférieure croît par un point de végétation d'origine secondaire. La tubérisation porte sur la base de la nouvelle pousse, sur l'extrémité du pédoncule, et quelque peu sur la base des feuilles insérées le long du canal pédonculaire.

La surface externe de ce tubercule est de nature subéreuse.

Le tubercule du *Tacca* a donc une valeur très spéciale, c'est la base d'une pousse tigellaire.

III. — Caractères anatomiques des Dioscorées.

Les tiges, les feuilles et les racines de Dioscorées sont édifiées sur un type très uniforme qu'on peut caractériser comme il suit :

Les filets libéro-ligneux des tiges aériennes des Dioscorées sont condensés en deux séries de massifs, les uns plus externes qui contiennent les faisceaux foliaires, les autres plus internes, plus volumineux que les premiers, qui servent à leur réparation.

Bien que ces filets libéro-ligneux aient l'allure de faisceaux unipolaires, bien qu'ils soient ordinairement regardés comme tels, et qu'ils se comportent dans presque tout leur trajet comme des faisceaux simples, ces filets sont en réalité des massifs composés de plusieurs faisceaux unipolaires fortement anastomosés, et ils doivent être traités comme tels. Le bois y entoure presque complètement la masse libérienne. Il ne présente de trachées qu'à sa partie antérieure. Malgré l'extrême condensation de l'anastomose, le liber y reste ordinairement multilobé. Cet état multilobé du liber, état que ne justifie pas la sclérification des tissus, ainsi que certaines particularités de la différenciation libéro-ligneuse et la manière dont les massifs se comportent dans la région nodale établissent la valeur anastomotique que nous admettons pour ces massifs.

Ces massifs libéro-ligneux des Dioscorées, malgré leur structure complexe, sont très spécialisés. Leur position est très constante. Ils procèdent à l'émission et à la réparation des traces foliaires suivant un procédé très uniforme que

nous avons décrit en détail chez le *Tamus* et que nous avons retrouvé chez les autres Dioscorées.

Dans le cas de réduction de la tige par gracilité, ce sont les cordons internes ou réparateurs qui s'affaiblissent et disparaissent. Cette réduction n'atteint les filets externes que pour réduire le nombre des termes du cycle foliaire.

Quand au contraire la tige acquiert un calibre considérable, la portion postérieure des grands massifs internes s'individualise et fournit un cordon autonome placé sur le rayon des grandes masses réparatrices contre la gaîne casparyenne.

De même que dans la tige des Taccacées, les faisceaux foliaires occupent chez les Dioscorées la partie antérieure d'un massif complexe qui est ici trés condensé. Au nœud, tandis que la trace foliaire quitte la tige, les régions latéro-postérieures demeurent à l'intérieur de la gaîne casparyenne et vont s'unir à la région postérieure des massifs internes ou réparateurs, qui agit plus particulièrement comme masse périphérique.

Les cordons foliaires n'exitant pas dans les grands massifs les plus voisins du centre, il y a là une profonde modification du type général admis pour la structure générale de la tige des Monocotylédonées. La réduction du système des faisceaux périphériques est l'autre grande caractéristique de ces tiges.

Les éléments ligneux et libériens des Dioscorées sont très larges par rapport à ceux des Taccacées; ce n'est pas là un caractère familial, mais simplement l'indication d'une adaptation à la vie grimpante, nous retrouvons ce même caractère chez les autres Monocotylédonées grimpantes : *Roxburghia*, *Flagellaria*, etc. C'est un caractère adaptationnel très facile à employer dans la détermination, mais ce n'est pas un caractère de filiation.

Les tiges aériennes des Dioscorées avec leur système périphérique réduit nous paraissent plus voisines des hampes florales que des tiges moyennes des autres Monoco-

tylédonées. Chez *Dioscorea quinqueloba*, *D. villosa*, *Trichopus zeylanicus*, c'est-à-dire chez les Dioscorées dont le tubercule est un rhizome, nous avons reconnu que les tiges aériennes sont en effet insérées sur ces rhizomes à la manière des hampes oppositifoliées. Or les tiges aériennes de ces Dioscorées sont identiques à celles des autres espèces.

Les faisceaux des bourgeons axillaires des tiges ordinaires s'insèrent par trois groupes sur ces tiges. L'un de ces groupes est médian, les deux autres sont latéraux. Le groupe vasculaire médian comprend une branche insérée sur les deux réparateurs qui enserrent le sortant médian et deux branches insérées sur les portions latéro-postérieures de ce massif médian. Les deux groupes latéraux sont symétriques l'un de l'autre. Chacun d'eux se compose de trois branches dont deux s'insèrent sur les lobes latéro-postérieurs du massif sortant latéral et une sur les pièces réparatrices voisines.

Dans le pétiole des Dioscorées, les faisceaux sont beaucoup moins nombreux que chez les autres Monocotylédonées. Chaque feuille reçoit de la tige trois faisceaux : un médian et deux latéraux. Bien qu'étant tous trois de même nature, ils sont plus spécialisés que chez les Taccacées. Dès la base du pétiole, il s'établit deux autres faisceaux supplémentaires, les faisceaux intermédiaires. Ceux-ci résultent de l'union de deux lobes issus, l'un du faisceau médian, l'autre du faisceau latéral voisin.— Immédiatement au-dessus de cette région, les deux faiscaux foliaires marginaux forment un *arc antérieur* réduit à un faisceau. Ce dispositif est une des caractéristiques anatomiques de la feuille des Dioscorées.

La formation des faisceaux intermédiaires met en rapport les faisceaux latéraux avec le faisceau médian. La formation du faisceau de l'arc antérieur relie les faisceaux latéraux entre eux. Il existe donc à la base du pétiole des Dioscorées un réseau inférieur très simple.

Les feuilles des Dioscorées présentent un renflement très accusé à la base du pétiole.

Au niveau de l'insertion des nervures, le faisceau de l'arc antérieur s'élargit beaucoup. Il envoie un petit lobe à chacun des faisceaux intermédiaires et latéraux et deux lobes au faisceau médian. Nous avons donc un second réseau en haut du pétiole de la feuille des Dioscorées.

Dans les feuilles composées, l'arc antérieur est représenté par un seul faisceau ou par deux petits faisceaux symétriques placés contre la face antérieure du pétiole. A l'origine des folioles, l'arc antérieur s'élargit de manière à réunir les deux faisceaux latéraux, il fournit ensuite des nervures latérales à la foliole médiane et aux folioles latérales.

La nervation présente le dispositif palmé dans les feuilles simples et dans les folioles des feuilles composées. Les ramifications des nervures en s'anastomosant, constituent un réseau très complexe, dans les mailles duquel les nervures les plus grêles se terminent en pointe libre.

Chacune des nervures primaires ne renferme qu'une seule masse libéro-ligneuse dans laquelle le liber forme plusieurs groupes. Chez les *Smilax*, les *Aroïdées*, les *Taccacées* et les autres Monocotylédonées à nervation réticulée, les fortes nervures renferment plusieurs faisceaux. Le nombre de ces faisceaux diminue à mesure que la nervure s'épuise, de sorte qu'on n'a plus qu'un seul faisceau vers la terminaison de la nervure. De même chez les Dioscorées, la masse libéro-ligneuse à lobes libériens multiples se termine par un faisceau ne présentant plus qu'une masse libérienne.

La base du pétiole de quelques espèces et la face postérieure du limbe présentent fréquemment des glandes discoïdes considérées comme des nectaires extranuptiaux.

L'épiderme porte des poils pluricellulaires courts, sphériques ou fusiformes, et parfois des formes moins caractéristiques uni- ou pluricellulaires.

Les stomates, localisés le plus souvent sur la face postérieure du limbe, ne présentent pas de cellules annexes.

Les racines des Dioscorées sont très ramifiées, contrairement à ce qui a lieu chez la plupart des Monocotylédonées.

Les cellules de la gaîne protectrice ont des épaississements en fer à cheval.

Chez les Dioscorées à tubercules vivaces, comme *Tamus*, *Testudinaria*, *Dioscorea sinuata*, les cellules des assises profondes du liège interne sont épaissies de manière à former une gaîne mécanique. Ces épaississements forment des réseaux à larges mailles chez le *D. sinuata*. — Lorsque la racine est transformée en épine, tous ses éléments s'épaississent, à l'exception des éléments libériens et des trachées.

Les Bulbilles des Dioscorées sont formées par un ou plusieurs bourgeons axillaires concrescents, dont la base est le siège d'une hypertrophie. Les tissus sont primaires, à l'exception du liège qui revêt l'organe.

IV. — Comparaison des masses libéro-ligneuses de la tige des Taccacées et de la tige des Dioscorées.

Chez les Taccacées et chez les Dioscorées, le faisceau foliaire reste associé, jusqu'à sa sortie de la gaîne caspryenne, à un groupe d'autres cordons libéro-ligneux avec lesquels il est plus ou moins confondu. Le faisceau foliaire est placé à la partie antérieure de ces systèmes complexes. Ce sont là des caractères très spéciaux qui ne dépendent pas de l'adaptation. Ils indiquent une origine commune.

Les cordons élémentaires de ces systèmes complexes restent distincts chez les Taccacées. Ils sont, au contraire, confondus en un cordon en apparence unique chez les Dioscorées.

Cette manière d'être distingue les Dioscorées des *Smilax*. Chez les *Smilax*, en effet, les faisceaux foliaires cheminent

à l'état simple longtemps avant leur sortie de la gaîne casparyenne. Chez les Taccacées et les Dioscorées, les faisceaux foliaires sont tous de même espèce, ils ne diffèrent entre eux que par leur distance relative à la surface de symétrie. — Chez les *Smilax*, au contraire, les faisceaux sortants sont de deux ordres, les uns, plus grands, proviennent de la région centrale de la tige, les autres plus petits alternent avec les premiers, ils proviennent au contraire des faisceaux périphériques.

Les autres masses libéro-ligneuses des tiges des Dioscorées et des Taccacées sont également des massifs complexes dont les pièces élémentaires sont distinctes chez les Taccacées, tandis qu'elles sont fortement condensées chez les Dioscorées. La spécialisation des parties est plus accusée chez les Dioscorées, les massifs internes y jouent, par exemple, très nettement le rôle des cordons réparateurs. La réparation des pièces sortantes se fait très rapidement chez les Dioscorées, la région nodale y est extrêmement limitée et bien séparée de la région internodale.

Les tiges des Dioscorées sont remarquables par leurs longs entrenœuds séparant bien les nœuds.

Les masses libéro-ligneuses qui jouent le rôle de pièces réparatrices sont moins individualisées chez les Taccacées que chez les Dioscorées. Au contraire chez les Taccacées, le système des faisceaux périphériques acquiert un plus grand développement que chez les Dioscorées. Cet isolement des faisceaux périphériques des Taccacées est lié à l'extrême largeur de leur tige et à la brièveté de leurs entrenœuds.

Si nous essayons d'homologuer les masses libéro-ligneuses dans les tiges des Taccacées et des Dioscorées, nous voyons que nous devrons comparer :

Les faisceaux foliaires des Taccacées aux faisceaux foliaires des Dioscorées ;

Les massifs sortants des Taccacées aux massifs sortants des Dioscorées ;

Les faisceaux périphériques les plus intérieurs des Taccacées aux masses réparatrices des Dioscorées ;

Les faisceaux périphériques des Taccacées aux portions latéro-postérieures des masses sortantes et des masses réparatrices des Dioscorées.

Les faisceaux du réseau radicifère des Taccacées ne sont pas représentés chez les Dioscorées.

Si, au lieu de comparer la tige aérienne des Dioscorées à la tige moyenne des Taccacées, on comparait à celle-ci la tige souterraine des Dioscorées à rhizomes, la ressemblance serait encore plus frappante. Les masses sortantes de ces rhizomes y ont l'aspect de masses caulinaires réduites, l'individualisation des pièces réparatrices n'existe plus, par contre le système des faisceaux périphériques est très développé. Le réseau radicifère a un développement analogue à ce que nous avons vu dans la tige des Taccacées.

Ces faits sont d'autant plus remarquables que dans ces tiges souterraines plus ou moins dégradées, les faisceaux se rapprochent en général de l'axe de figure de la tige.

V. — Affinités des Dioscorées et des Taccacées.

De la comparaison que nous venons de faire entre les masses libéro-ligneuses des tiges des Taccacées et des Dioscorées, il résulte que ces masses, pourvu qu'on les prenne suffisamment près de la feuille ou dans des tiges larges, sont construites sur un même type. Les variantes rencontrées chez les Dioscorées n'indiquent qu'une plus grande condensation; les différences de calibre des éléments ligneux et libériens n'indiquent qu'une adaptation à la vie grimpante chez les Dioscorées.

La position oppositifoliée des tiges aériennes de quelques Dioscorées rappelle celle des hampes florales des Taccacées.

Les feuilles du *Tacca* ont un renflement inférieur comme les feuilles des Dioscorées. Dans les feuilles moyennes des jeunes *Tacca*, on retrouve la forme d'arc antérieur simple de la feuille des Dioscorées. Cet arc antérieur se complique dans les feuilles adultes et comprend un grand nombre de faisceaux. Malgré le grand intérêt qu'ils présentent, ces caractères analogiques n'ayant qu'une durée transitoire ne sont guère connus chez les végétaux.

La nervation des Taccacées montre une réticulation avec terminaisons en pointe libre; cette nervation est très voisine de celle des feuilles des Dioscorées.

Le tubercule du *Tacca* renferme un point de végétation de tige logé au fond d'un canal creusé dans le pédoncule de l'organe. Le tubercule axillaire du *Tacca*, qui se développe aux dépens d'un bourgeon axillaire, rappelle celui que l'on obtient par le bouturage des rameaux bulbifères des Dioscorées. Le tubercule du *Tacca* présente cependant un caractère très particulier, le point de végétation du bourgeon a émigré au fond d'un long canal pédonculaire, tandis qu'il reste en place en haut du tubercule chez les Dioscorées.

Il y a donc des caractères communs dans la structure des appareils végétatifs des Dioscorées et des Taccacées. En même temps nous avons relevé de nombreuses différences extrêmement tranchées entre les deux groupes. Nous conclurons donc que c'est avec raison qu'on place habituellement les Taccacées auprès des Dioscorées.

Néanmoins ces deux familles sont différenciées chacune dans un sens très spécial. Ce sont deux rameaux déjà très fortement divergents émanés d'une souche commune.

EXPLICATION DES PLANCHES

LETTRES COMMUNES A UN GRAND NOMBRE DE FIGURES.

A, albumen.
AH, axe hypocotylé.
B_2, bois secondaire.
Bd, bord du limbe.
Bg, bourgeon de tige.
Ca, cellule annexe.
Cbf, cambiforme.
Cbfe, cambiforme externe.
Cbfi, cambiforme interne.
Cg, cellule grillagée.
Col, collenchyme.
Cot, cotylédon.
D_1, faisceau latéral droit de la feuille F_1.
D_2, faisceau latéral droit de la feuille F_2.
Ec, feuille réduite à une écaille.
Epa, épiderme antérieur.
Epp, épiderme postérieur.
F_1, F_2, F_3,... F_n, feuilles successives des jeunes plantes depuis la première feuille F_1.
fm, fibres mécaniques.
Gm, gaine mécanique.
Gr, graine.
G_1, faisceau latéral gauche de la feuille F_1.
Hfn, hampe florale d'ordre *n*.
Id, faisceau intermédiaire droit.
Ig, faisceau intermédiaire gauche.
IRad, insertion du faisceau d'une racine adventive.
Lac, lacune.
Lg, liège; *Lgi*, liège interne.
L_2, liber secondaire.
M_1, M_2, M_3,... faisceaux médians des feuilles F_1, F_2, F_3.
Mc, faisceau médian du cotylédon.
Pal, parenchyme en palissade.
PV, point de végétation.
Rad ou *R*, racine adventive.
R_1, première racine d'une jeune plante.
R_2, racine secondaire.
st, stomate.
T ou *Tb*, tubercule.
Tf_2, tissu fondamental secondaire.
Tf_2i, tissu fondamental secondaire interne.
Tf_2e, tissu fondamental secondaire externe.
tr, trachées.
Ts, tégument séminal.
vl, vaisseau ligneux.
Λ, liber.
λ, petit groupe libérien.
λ_2, liber secondaire.
φAH, faisceaux de l'axe hypocotylé.
φc, faisceau cotylédonaire.
φF_1, faisceaux de la feuille F_1.

PLANCHE I.

TACCACÉES. — *TACCA PINNATIFIDA.* — PREMIER TUBERCULE.

Fig. 1. — Section radiale de la graine. Gr. 13. — *E*, embryon : *Ts*, tégument séminal ; *Cc*, cavité centrale de l'albumen.

Fig. 2. — Section radiale du suspenseur de l'embryon. *Sp*, suspenseur. Gr. 210.

Fig. 3. — Embryon vu de profil. Gr. 65. — *Fg*, fente gemmulaire ; *sp*, suspenseur.

Fig. 4. — Cavité centrale de l'albumen. Gr. 130.

Fig. 5 à 10. — Jeunes plantes à des états de développement de plus en plus avancés. Gr. nat.

Fig. 11. — Cotylédon arrivé au terme de sa croissance. Gr. 10.

Fig. 12. — Section transversale de la région inférieure de l'axe hypocotylé de la jeune plante au stade I. Gr. 130. — πM_1 pôle de la racine principale inséré sur le faisceau M_1 ; πMc, pôle inséré sur le faisceau cotylédonaire.

Fig. 13. — Section transversale du faisceau cotylédonaire au niveau du pétiole. Gr. 210. — ΔMc, pôle du faisceau cotylédonaire.

Fig. 14. — Section transversale de la graine encore attachée à la jeune plante.

Fig. 14bis. — Section transversale de l'un des faisceaux du limbe cotylédonaire. Gr. 210.

Fig. 15. — Section transversale de l'axe hypocotylé au niveau de l'insertion du cotylédon. Stade I. Gr. 8.

Fig. 16. — Section transversale de la région moyenne de l'axe hypocotylé. Stade I. Gr 8.

Fig. 17. — Section transversale passant à la base de la première racine. Gr. 125. — Δ_1, Δ_2, pôles du faisceau de la première racine.

Fig. 18. — Section transversale menée au niveau du fond de l'aisselle de la feuille F_2 au stade II. Gr. 10. — φt, faisceaux du jeune tubercule.

Fig. 19. — Jeune plante parvenue au stade II.

Fig. 20. — Jeune plante parvenue au stade III.

Fig. 21. — Section radiale du sommet du jeune tubercule. Gr. 8. — *PV*, point de végétation de la tige principale.

Fig. 22. — Section radiale de l'extrémité d'un jeune tubercule avant la formation du renflement. Gr. 6. — *Cp*, canal du pédoncule.

Fig. 23. — Section radiale du point de végétation du tubercule au stade de la fig. 19 (stade II). Gr. 160. — *Rph*, raphides ; *Stb*, surface future du jeune tubercule ; *Tfex*, tissu fondamental qui sera exfolié.

Fig. 24. — Section transversale du canal pédonculaire du tubercule. Gr. 160. — *Cp*, canal pédonculaire.

Fig. 25. — Section transversale du pédoncule du premier tubercule de la jeune plante. — *φf*, faisceaux foliaires ; *φp*, faisceaux pédonculaires.

Fig. 26. — Section transversale de la région superficielle du pédoncule. Gr. 160.

Fig. 27. — Section transversale d'un faisceau du pédoncule. Gr. 210. — *Gc*, gaine casparyenne du faisceau.

PLANCHE II.

TACCACÉES. — *TACCA PINNATIFIDA*. — TUBERCULES, FEUILLES.

Fig. 1. — Plante dont le premier tubercule commence à former son renflement terminal. Gr. $\frac{1}{5}$.

Fig. 2. — Section transversale du tubercule dans sa région supérieure, sous le point de végétation de la tige. Gr. 8. — *φf*, faisceau foliaire : *φP*, faisceau pédonculaire ; *φB*, faisceau du bourgeon de la tige.

Fig. 3. — Section transversale du renflement du tubercule vers son tiers supérieur.

Fig. 4. — Section transversale d'un faisceau du tubercule. Gr. 140.

Fig. 5. — Section transversale de la région superficielle d'un tubercule. *Z*, zone limite du tissu fondamental interne.

Fig. 6. — Plante formant un tubercule axillaire T_2. Gr. $\frac{1}{3}$. — *S* ligne de démarcation entre l'épiderme et la surface subéreuse.

Fig. 7. — Plante avec deux tubercules développés. Gr. $\frac{1}{3}$. — *Tb*, premier tubercule ; T_2, tubercule axillaire. *Fp*, feuille sortant du canal pédonculaire.

Fig. 8. — Section transversale de la plante (stade de la fig. 1, pl. II) au niveau du fond de l'aisselle de la feuille F_1. Gr. 6. — Bg_1, bourgeon axillaire de la feuille F_1.

Fig. 9. — Section transversale de la même plante au niveau du fond de l'aisselle de la feuille F_2. Gr. 8. — Bg_2, bourgeon axillaire de la feuille F_2.

Fig. 10. — Schéma du parcours des faisceaux dans un tubercule renflé du *Tacca*.

Fig. 11. — Plante de semis au moment où elle forme son tubercule de seconde formation *PTs*. Gr. $\frac{1}{1}$. — *Tb*, premier tubercule ; *R*, renflement du pétiole.

Fig. 12. — Rapports de position des deux dernières feuilles et de la hampe florale d'un tubercule de *Tacca*.

Fig. 13. — Section transversale du pédoncule d'un gros tubercule. Gr. 3. — *Cp*, canal pédonculaire.

Fig. 14. — Plante composée d'un tubercule primaire *Tb* qui a fourni un nouveau tubercule *Ts*, et d'un tubercule axillaire T_2. Gr. $\frac{1}{2}$.

Fig. 15.— Section transversale d'un faisceau d'un gros pédoncule. Gr. 140.

Fig. 16. — Nervation de la région moyenne d'une foliole et de la base des pennes de cette région. Gr. $\frac{1}{2}$. — *Nd*, nervure dichotome.

Fig. 17. — Nervation de la pointe d'une penne. Gr. $\frac{1}{2}$.

Fig. 18. — Nervation d'une penne au voisinage du bord *Bd*. Gr. 10. *N*, nervure de troisième ordre ; *Nt*, nervure de troisième ordre au voisinage de sa terminaison auprès du bord de la feuille.

Fig. 19. — Forme et nervation des feuilles F_1 et F_2 de la jeune plante. $\frac{1}{2}$ gr. nat.

Fig. 20. — Forme et nervation des feuilles F_3 à F_5. Gr. $\frac{1}{2}$.

Fig. 21 et 22. — Forme et nervation des premières feuilles du premier tubercule. — Fig. 21, gr. $\frac{1}{4}$; fig. 22, gr. $\frac{1}{6}$.

Fig. 23. — Section transversale du pétiole de la feuille adulte au niveau de la gaine. Gr. nat. — *M*, faisceau médian.

Fig. 24. — Section transversale de la région moyenne du pétiole. Gr. nat. — *M*, faisceau médian ; *Lac*, lacune.

Fig. 25 et 26 — Sections transvarsales au niveau de l'origine des folioles. D_1, D_2, D_3,... faisceaux latéraux de la moitié droite ; *An*, faisceaux antérieurs.

Fig. 27. — Section transversale du pétiolule de la foliole médiane. Gr. 4,

Fig. 28. — Section transversale de la région supérieure du pétiolule d'une foliole médiane. Gr. 4. — *φCr*, faisceau de la crête antérieure.

Fig. 29. — Section transversale d'une foliole au-dessous de l'insertion des nervures médianes de la première paire de pennes. Gr. 4.

Fig. 30. — Section transversale du rachis d'une foliole médiane entre la première et la seconde paire de pennes. Gr. 4.

Fig. 31. — Section transversale du rachis d'une foliole médiane au niveau de l'insertion de la seconde paire de pennes. Gr. 5. — D_1g et D_1d, moitié gauche et droite du faisceau D_1.

Fig. 32. — Section transversale de la nervure médiane de la penne terminale à la base de cette penne. Gr. 6.

Fig. 33. — Section transversale de la nervure médiane au sommet d'une penne terminale. Gr. 6.

Fig. 34. — Section transversale du bord du limbe d'une foliole. Gr. 140.

Fig. 35. — Épiderme du pétiole, vu de face. Gr. 100.

Fig. 36 et 37. — Épidermes antérieur et postérieur du limbe. Gr. 100.

Fig. 38. — Section transversale du limbe d'une foliole au niveau d'une nervure de 5e ordre. Gr. 140.

Fig. 39. — Section transversale du limbe au niveau d'une nervure grêle, près de sa terminaison. Gr. 140.

Fig. 40. — Section transversale d'un faisceau du cercle externe, vers le haut du pétiole. Gr. 100.

Fig. 41. — Section transversale d'une nervure tertiaire (nervure secondaire d'une foliole) de la feuille. Gr. 140. — *Ep,* épiderme postérieur ; *Ea,* épiderme antérieur.

Fig. 42. — (A), (B), (C). Développement d'un poil de la feuille. Gr. 140.

Fig. 43 à 45. — Sections dans la feuille moyenne produite par le premier tubercule. Gr. 3.

Fig. 43. — Section transversale de la région moyenne du pétiole.

Fig. 44 et 45. — Sections transversales passant par l'origine des folioles.

Fig. 46. — Section transversale du pétiole de l'une des premières feuilles du premier tubercule. Gr. 4.

Fig. 47. — Section transversale passant par le haut du pétiole de la même feuille. *Aa,* faisceaux de l'arc antérieur. Gr. 4.

Fig. 48. — Section transversale de la base des trois folioles de la même feuille. Gr. 4.

Fig. 49. — Section transversale du pétiole des feuilles F_3 à F_5 du jeune *Tacca.* Gr. 4. — *Aa,* arc antérieur.

Fig. 50. — Section transversale en haut du pétiole (même feuille). Gr. 4. — *Md,* branche issue du faisceau *M*; *I,* faisceau intermédiaire ; *L,* faisceau latéral ; *Aag, Aad,* lobe gauche, lobe droit du faisceau *Aa.*

Fig. 51. — Section transversale passant par l'origine des nervures latérales. Gr. 4.

Fig. 52. — Section transversale menée au même niveau dans une feuille un peu plus petite. Gr. 4.

Fig. 53. — Section transversale de la base du limbe de la première feuille du *Tacca.* Gr. 4. — *Id* devrait être noté *Idg.* Le faisceau *Id* se trouve à droite du faisceau ainsi noté.

Fig. 54. — Section transversale de la hampe florale, à 15 ctm. au-dessus

de sa base. Gr. 3. — *Gm*, gaine mécanique ; *φi*, faisceau du cercle interne ; *φe*, faisceau du cercle externe ; *φr*, faisceau inverse.

Fig. 55. — Section transversale d'un faisceau du cercle interne de la hampe florale. Gr. 100.

Fig. 56. — Épiderme de la hampe florale, vu de face. Gr. 100.

PLANCHE III.

TACCACÉES. — Fig. 1 a 17. *TACCA PINNATIFIDA.*
Fig. 8 a 42. *ATACCIA CRISTATA.*

Fig. 1. — Section transversale dans le haut de la hampe florale. Gr. 3.

Fig. 2. — Section transversale de la hampe sous l'involucre. Gr. 3.

Fig. 3. — Section transversale d'un pédoncule floral. Gr. 15.

Fig. 4. — Section transversale d'un filament stérile. Gr. 15.

Fig. 5. — Section transversale d'une portion du faisceau de la racine du *Tacca*. Gr. 100. — *G*, gaine casparienne ; *Per*, assise péricambiale ; *C*, γ, centre de figure.

Fig. 6. — Section transversale de la région extérieure de la racine du *Tacca*. Gr. 55. — *Ap*, assise pilifère ; *S*, assise subéreuse ; *Tf*, tissu fondamental externe ; *Lgi*, liège interne.

Fig. 7. — Section transversale d'ensemble de la racine du *Tacca*.

Fig. 8. — Une plante adulte d'*Ataccia cristata*.

Fig. 9. — Section transversale du rhizome de l'*Ataccia* au-dessous du nœud *n*. Gr. 6. — *Mn*, D_1n, D_2n... faisceau médian et faisceaux latéraux droits de la feuille *n*, situés à ce niveau dans le tissu cortical ; G_1n, G_2n... faisceaux latéraux gauches de la feuille *n* ; *Gp*, gaine ; *M* (*n* + *1*), médian de la feuille (*n* + *1*).

Fig. 10. — Section transversale de la région périphérique du système des faisceaux da la tige. Gr. 100. — *Gp*, gaine ; *φp*, faisceau périphérique.

Fig. 11 à 27. — Sections transversales d'un faisceau foliaire *φF* et des faisceaux qui se prolongent vers le bas, jusqu'au niveau où ces faisceaux se trouvent parmi les faisceaux périphériques. — *φAx*, faisceaux du bourgeon axillaire ; *Gp*, gaine ; α, β, γ, lobes latéro-postérieurs du massif sortant dont *φF* est le faisceau foliaire.

Fig. 28. — Section transversale d'un rhizome d'*Ataccia cristata* au-dessous du nœud (*n* + *3*). Les faisceaux des feuilles (*n* + *6*), (*n* + *5*), (*n* + *4*), (*n* + *3*) sont annotés sur la figure.

Fig. 29. — Schéma du parcours et des rapports d'un faisceau foliaire φF avec les faisceaux du bourgeon axillaire *Ax* et avec un massif sortant inférieur.— *F*, base de la feuille dont φF est le médian ; φr, faisceaux du réseau radicifère ; *R*, racine ; φCs, massif sortant ; φCi, massif sortant inférieur ; *Gp*, gaine.

Fig. 30. — Section transversale d'un rhizome d'*Ataccia* au-dessous du nœud $(n + 1)$. G. 6.

Fig. 31. — Section transversale d'un rhizome dans l'entrenœud $(n + 4)$. Gr. 11.

Fig. 32. — Section transversale d'un rhizome au-dessous du nœud $(n + 4)$. Gr. 11.

Fig. 33 à 38. — Sections transversales d'un faisceau périphérique, montrant l'émission des lobes latéro-postérieurs pour constituer un massif sortant (fig. 36). Les fig. 37 et 38 montrent la torsion que subit le faisceau postérieur φp au moment où le faisceau foliaire φF sort. Gr. 100.

Fig. 39. — Section transversale de la hampe florale. Gr. 3. — φe, faisceaux du cercle externe ; φi, faisceaux du cercle interne.

Fig. 40. — Section transversale d'un filament stérile de l'inflorescence. Gr. 15.

Fig. 41. — Diagramme de l'inflorescence. *D*, bractée dorsale ; *V*, bractée ventrale ; *C*, crêtes ; *f*, filaments stériles ; *Fl*, fleurs.

Fig. 42. — Section transversale d'un faisceau du cercle interne de la hampe florale. Gr. 100.

PLANCHE IV.

TACCACÉES. — *ATACCIA CRISTATA*. — Tige, hampe, pédoncule floral, feuille, racine.

Fig. 1. — Parcours des faisceaux dans un rhizome moyen d'*Ataccia cristata*. $(n + 1)$, $(n + 2)$, $(n + 3)$, $(n + 4)$, $(n + 5)$, $(n + 6)$ régions nodales successives. *M*, faisceaux latéraux des diverses feuilles.

Fig. 2 à 5. — Sections transversales à des niveaux de plus en élevés d'une grosse tige d'*Ataccia*. $\varphi Hf n$, $\varphi Hf(n+1)$, $\varphi Hf(n+2)$, $\varphi Hf(n+3)$. faisceaux des hampes florales oppositifoliées sortant aux nœuds n, $n+1$, $n+2$, $n+3$. Les notations des faisceaux foliaires sont les mêmes que pour les sections de la pl. III.

Fig. 6. — Section transversale d'un faisceau du cercle interne, au dessous de l'insertion des bractées. Le bois entoure complètement le liber. Gr. 100.

Fig. 7. — Section transversale d'un petit faisceau du cercle externe, au niveau du milieu de la hampe florale. Gr. 100. — *Am*, cellules renfermant de l'amidon ; *Ca*, cellule annexe.

Fig. 8 et 9. — Sections transversales de la portion supérieure de la hampe florale immédiatement sous les bractées.

Fig. 10. — Section transversale de la hampe florale, au-dessus des bractées ; on voit les sections des faisceaux des pédoncules floraux groupés par 6.

Fig. 11. — Section transversale d'un pédoncule floral.

Fig. 12. — Section transversale d'un faisceau du rang externe du pédoncule floral. Gr. 100.

Fig. 13. — Nervation de la feuille de l'*Ataccia* au voisinage du bord du limbe. Les terminaisons en pointe libre sont rares et courtes.

Fig. 14. — Schéma des positions relatives des hampes et des feuilles successives. Fn, $F(n+1)$, $F(n+2)$, feuilles. Hn, $H(n+1)$, $H(n+2)$, hampes florales correspondantes.

Fig. 15. — Section transversale de la gaine d'une feuille. Gr. 3.

Fig. 16. — Section transversale moyenne du pétiole. Gr. 3.

Fig. 17. — Section transversale de la nervure médiane de la feuille, au niveau où cette nervure renferme 10 gros faisceaux.

Fig. 18. — Section transversale de la nervure médiane de la feuille, tout au sommet.

Fig. 19. — Nervure médiane émettant latéralement les faisceaux des nervures secondaires et épuisant ainsi successivement ses faisceaux latéraux, en commençant par les plus extérieurs.

Fig. 20. — Section transversale du faisceau médian de la nervure médiane. Gaine mécanique en avant et en arrière du faisceau.

Fig. 21. — Section transversale du limbe. Gr. 100. — *Ep*, épiderme postérieur ; *Ea*, épiderme antérieur ; *Pl*, parenchyme lacuneux ; *Pc*, parenchyme chlorophyllien.

Fig. 22. — Épiderme antérieur de la feuille, vu de face. Gr. 50. — *Pl*, cellule basilaire d'un poil caduc.

Fig. 23. — Épiderme postérieur au-dessus de la nervure médiane, vu de face. Gr. 140.

Fig. 24. — Épiderme postérieur, vu de face. — Gr. 140. *Pl*, cellule basilaire d'un poil caduc.

Fig. 25. — Poil de la feuille, vu de profil.

Fig. 26. — Portion de l'ensemble d'une racine de l'*Ataccia cristata*. Gr. 11.

Fig. 27. — Section transversale d'une portion du faisceau de la racine. Gr. 100. — *L*, liber ; *Gp*, gaine ; *Cγ*, centre de figure.

Fig. 28. — Section radiale du point de végétation d'une racine d'*Ataccia*. Gr. 100. — *Pil*, pilorhize ; *v*, vaisseau ligneux en voie de formation.

PLANCHE V.

DIOSCORÉES. — STRUCTURE DE LA TIGE. — INSERTION DES BOURGEONS AXILLAIRES.

Fig. 1. — Parcours des faisceaux dans un rameau moyen du *Tamus communis*.

Fig. 2. — Section transversale du rameau moyen du *Tamus communis*. Gr. 16. — *1m, 2m, 3m, 4m, 5m*, faisceaux médians des feuilles 1 à 5. *1g, 2g, 3g*, faisceau latéral gauche des feuilles 1 à 3, etc. *1d, 2d*, faisceau latéral droit des feuilles 1, 2, etc. — *4 R 1, 1 R 6*, etc., systèmes réparateurs.

Fig. 3. — Section transversale d'une tige de *Testudinaria elephantipes*. Gr. 16. — *T*, cellules à tannin.

Fig. 4. — Section transversale d'un massif réparateur d'une tige de *Dioscorea Batatas*. Gr. 140. — *vl, vp*, vaisseaux ligneux moyen et postérieur. λ*p*, liber postérieur ; λ*g*, lobe libérien antérieur gauche ; λ*d*, lobe libérien antérieur droit ; Δ, trachées.

Fig. 5. — Section transversale d'un massif sortant d'une tige de *D. Batatas*. Gr. 140. — *Tfh*, tissu fondamental herbacé ; *Ox*, zone à gros cristaux d'oxalate de chaux.

Fig. 6. — Section transversale d'un rameau moyen de *D. Batatas*. Gr. 16. Cycle $\frac{3}{8}$ dextre.

Fig. 7. — Parcours des faisceaux dans un rameau moyen de *D. Batatas*. Cycle $\frac{3}{8}$ dextre. La notation des faisceaux est la même que chez le *Tamus*.

Fig. 8. — Section transversale d'un rameau grêle de *D. Batatas*. Cycle $\frac{2}{5}$. Gr. 16.

Fig. 9. — Section transversale d'un rameau de *D. Batatas* produit par une bulbille. Cycle $\frac{1}{2}$. Gr. 15. — *1m, 1g, 1d*, faisceaux de la feuille 1 ; 2, faisceau médian de la feuille 2.

Fig. 10. — Poil de la surface de la tige du *D. Batatas*. Gr. 140.

Fig. 11. — Section transversale d'une tige de *Dioscorea illustrata*.

Cycle $\frac{2}{5}$. Gr. 105. — 1, 2, 3, 4, 5, massifs sortants numérotés d'après l'ordre de leur sortie comme médians. *3 R 1*, réparateur antérieur compris entre les sortants 3 et 1 ; de même *1 R 4*, *4 R 2*, *2 R 5*, *5 R 3* ; *Rp*, portion postérieure d'un réparateur.

Fig. 12. — Section transversale d'une tige moyenne du *D. illustrata*. Gr. 16.

Fig. 13. — Section transversale de la portion antérieure d'un réparateur du *D. illustrata*. Gr. 140.

Fig. 14. — Section transversale d'un massif sortant d'une tige de *D. illustrata*. Gr. 140.

Fig. 15 et 16. — Parcours des faisceaux dans les deux segments inférieurs d'un rameau axillaire du *D. illustrata*. La fig. 15 montre la réduction du nombre des réparateurs de 5 à 3. La fig. 16 montre la façon dont s'effectue la réparation dans une tige de cycle $\frac{2}{5}$, qui n'a que trois réparateurs. Les lignes en pointillé sont les limites des masses postérieures *Rp* des réparateurs ; on voit que ces régions postérieures s'anastomosent au nœud beaucoup plus tard que les masses antérieures, de plus elles restent moins longtemps dans la masse anastomotique.

Fig. 17. — Section transversale d'un rameau moyen du *D. multicolor*. Gr. 16.

Fig. 18. — Section transversale d'un massif sortant de la tige du *D. multicolor*, pris à la base du segment dans lequel il joue le rôle de sortant médian. Gr. 140. — *Ox*, cellules à oxalate de chaux.

Fig. 19. — Section transversale d'un massif réparateur du *D. multicolor*. Gr. 140.

Fig. 20. — Section transversale d'un massif sortant *S* et d'un massif réparateur *R* du *D. villosa*. Gr. 140. — *Tfe*, tissu fondamental externe : *Gm*, gaine mécanique ; *Tfi*, tissu fondamental interne.

Fig. 21. — Section transversale d'un massif libéro-ligneux de la tige du *Dioscorea* (*Borderea*) *pyrenaïca*. Gr. 140.

Fig. 22. — Section transversale d'ensemble d'un rameau du *Rajania pleioneura*. Gr. 16.

Fig. 23. — Section transversale d'un massif réparateur d'une tige de *R. pleioneura*. Gr. 140. — *pg*, plaque grillagée.

Fig. 24 à 27. — Divers niveaux de l'insertion médiane du bourgeon axillaire du *D. illustrata*. — *M*, insertion médiane sur les réparateurs *3 R 1* et *1 R 4*. *L*, insertion latérale sur un réparateur. *1m* faisceau foliaire médian ; *pl*, masse latéro-postérieure du massif sortant ; α et β, lobes représentant l'insertion du bourgeon sur les masses *pl*. Au niveau des fig. 26 et 27, le faisceau *1m* se divise en trois branches, les branches latérales concourent à la formation des intermédiaires du pétiole.

Fig. 28. — Section transversale de la région nodale d'une tige de *D. illustrata* montrant en avant du foliaire médian, les faisceaux du bourgeon provenant de l'insertion médiane, et en avant de chacun des foliaires latéraux, trois masses, *a*, *b*, *c*, représentant l'insertion latérale du bourgeon axillaire.

Fig. 29. — Schéma de l'insertion des bourgeons axillaires du *D. illustrata*, en projection horizontale. *M*, insertion médiane ; *L*, insertion latérale. Bg_1, Bg_2, les deux bourgeons axillaires.

PLANCHE VI.

DIOSCORÉES. — DIFFÉRENCIATION DES TISSUS DE LA TIGE.

FIG. 1 A 21. *DIOSCOREA ILLUSTRATA*. — FIG. 22 à 31. *D. BATATAS*.

Fig. 1. — Feuille jeune du *D. illustrata*. *P*, pétiole.

Fig. 2. — Section transversale d'un bourgeon de la tige du *D. illustrata* au niveau de l'extrémité supérieure du cône végétatif. $n + 1$, $n + 2$, $n + 3$,... feuilles successives.

Fig. 3. — Section transversale du sommet végétatif de la tige, au-dessous de la dernière feuille. Gr. 140.

Fig. 4. — Section transversale de l'entrenœud ($n + 10$). Gr. 140.

Fig 5. — Section transversale de l'entrenœud ($n + 8$). Gr. 140.

Fig. 6. — Section transversale de l'entrenœud ($n + 7$). Gr. 50.

Fig. 7. — Section transversale d'une portion de l'entrenœud ($n + 7$). Gr. 140. — *Ra*, région antérieure d'un réparateur ; *Rp*, région postérieure ; *S*, massif sortant ; *Pl*, poil en voie de développement.

Fig. 8. — Section transversale d'ensemble de l'entrenœud ($n + 6$). Gr. 50.

Fig. 9. — Une portion de la section précédente. Gr. 140. — *Z*, apparence de zone cambiale ; Δ *Ra*, Δ *Rp*, pôles trachéens des massifs antérieur et postérieur d'un réparateur.

Fig. 10. — Portion de la section transversale de l'entrenœud ($n + 5$). Gr. 140. — *v*, v_1, vaisseaux ligneux du massif sortant médian ; *vm*, vaisseau ligneux moyen ; *vp*, vaisseau ligneux postérieur du réparateur antérieur ; *GlR*, glande à raphides.

Fig. 11. — Section transversale du massif sortant médian de l'entrenœud ($n + 4$). Gr. 140.

Fig. 12. — Section transversale du massif sortant médian de l'entrenœud ($n + 3$). Gr. 140.

Fig. 13. — Section transversale d'un réparateur (portion antérieure) de l'entrenœud ($n + 3$). Gr. 140.

Fig. 14. — Section transversale du massif sortant médian de l'entrenœud n. Gr. 140. — v, v_1, vaisseaux ligneux primitifs ; vl, vaisseaux ligneux plus récents ; λa, centre libérien antérieur.

Fig. 15. — Section transversale de la masse antérieure d'un réparateur au niveau de l'entrenœud n. Gr. 140. — vm, vaisseau médian ; vp, vaisseau postérieur ; vl, vaisseau ligneux.

Fig. 16. — Section transversale de la portion postérieure d'un massif réparateur. ΔRp, pôle trachéen. Gr. 140.

Fig. 17. — Section transversale du massif sortant médian au niveau de l'entrenœud ($n - 2$). Gr. 140.

Fig. 18. — Section transversale de la portion antérieure d'un massif réparateur au niveau de l'entrenœud ($n - 2$).

Fig. 19. — Section transversale d'un massif sortant médian au niveau de l'entrenœud ($n - 4$). Gr. 140.

Fig. 20. — Section transversale de la portion antérieure d'un massif réparateur au niveau de l'entrenœud ($n - 4$). Gr. 140.

Fig. 21. — Section transversale de la portion postérieure d'un réparateur du *D. illustrata* au niveau de l'entrenœud ($n - 4$). Gr. 140.

Fig. 22. — Section transversale de la région moyenne du dôme végétatif situé au-dessus de la dernière paire de feuilles dans le bourgeon du *D. Batatas*. Gr. 140.

Fig. 23. — Section transversale de la base du dôme végétatif. Gr. 140.

Fig. 24. — Section transversale de l'entrenœud ($n + 5$) du bourgeon du *D. Batatas*. Gr. 140.

Fig. 25. — Section transversale de l'entrenœud ($n + 4$). Gr. 140.

Fig. 26. — Section transversale d'une portion de l'entrenœud ($n + 1$) comprenant le sortant médian S et les deux réparateurs R qui l'enserrent. Gr. 140.

Fig. 27. — Section transversale d'une portion de l'entrenœud n, comprenant le sortant médian et le réparateur droit. Gr. 140. — G, gaine ; ΔR, pôle du réparateur ; ΔS, pôle du sortant.

Fig. 28. — Section transversale du massif sortant médian au niveau de l'entrenœud ($n - 2$). Gr. 140.

Fig. 29. — Section transversale d'un massif réparateur au niveau de l'entrenœud ($n - 2$). Gr. 140. — λa, îlot libérien antérieur ; λp, îlot postérieur.

Fig. 30. — Section transversale d'un massif sortant médian au niveau de l'entrenœud ($n - 4$). Gr. 140.

Fig. 31. — Section transversale moyenne du massif sortant médian dans l'entrenœud (*n* — *8*). Gr. 140.

PLANCHE VII.

DIOSCORÉES. — Fig. 2 à 40. Anatomie de la feuille.

Fig. 1. — Section transversale d'un massif réparateur de la tige du *D. Batatas* au niveau de l'entrenœud (*n* — *8*). Gr. 140.

Fig. 2 a 20. Feuille du *DIOSCOREA BATATAS*.

Fig. 2. — Nervation de la feuille du *Dioscorea Batatas*. $\frac{2}{3}$ gr. nat.

Fig. 3. — Nervation de la feuille du *D. Batatas* au voisinage du bord du limbe. Gr. 4. — *R*, cellule à raphides ; *pl*, terminaison en pointe libre.

Fig. 4. — Nervation du *D. Batatas* au voisinage de la nervure médiane *Nm*. Gr. 4.

Fig. 5. — Plante issue de la mise en végétation d'une bulbille. $\frac{1}{2}$ gr. nat. — *B*, bulbille.

Fig. 6. — Section transversale du faisceau foliaire médian du *D. Batatas*, à 2^{mm} au-dessous de la région nodale. Gr. 140.

Fig. 7. — Parcours des faisceaux dans le pétiole du *D. Batatas*. — *Lg*, *M*, *Ld*, faisceaux foliaires (latéral gauche, médian, latéral droit) ; *Id* et *Ig*, faisceaux intermédiaires ; *A*, arc antérieur ; *Nm*, nervure médiane ; L_1, L_2, L_3, nervures latérales ; *nm*, nervure marginale.

Fig. 8. — Section transversale du faisceau médian du pétiole au niveau du renflement inférieur. Gr. 140.

Fig. 9. — Section transversale d'ensemble de la région moyenne du pétiole du *D. Batatas*. Gr. 20.

Fig. 10. — Section transversale du massif libéro-ligneux de la base de la nervure médiane du *D. Batatas*. Gr. 140.

Fig. 11. — Section transversale de la nervure médiane de la feuille du *D. Batatas*, région moyenne du limbe. Une nervure secondaire part à gauche de la figure. Gr. 140.

Fig. 12. — Section transversale de la nervure médiane, à $0^{ctm},5$ du sommet. Gr. 140.

Fig. 13. — Section transversale de la nervure médiane, au sommet de la feuille. Gr. 140.

Fig. 14. — Section transversale du bord du limbe. — *L*, lacune.

Fig. 15. — Section transversale du limbe au niveau d'une petite nervure. Gr. 140. — *pr*, parenchyme rameux.

Fig. 16. — Section transversale du limbe au niveau d'une terminaison de nervure. Gr. 140. — *br*, cellules à contenu brun après alcoolisation.

Fig. 17. — Épiderme antérieur de la feuille vu de face. Gr. 100.

Fig. 18. — Épiderme postérieur, vu de face. Gr. 100. — *P*, poil.

Fig. 19. — Poil de la surface de la feuille. Gr. 100.

Fig. 30. — Parenchyme rameux situé sous l'épiderme postérieur, vu de face. Gr. 100.

Fig. 21 a 31. Feuille du *DIOSCOREA ILLUSTRATA*.

Fig. 21. — Nervation au voisinage du bord. Gr. 4.

Fig. 22. — Schéma des rapports des faisceaux foliaires à la base du pétiole. — *Ld*, faisceau latéral droit ou marginal ; *br*, branche vasculaire reliant le faisceau intermédiaire au marginal du même côté.

Fig. 23. — Section transversale du faisceau médian postérieur de la région moyenne du pétiole du *D. illustrata*. Gr. 140. — *G*, gaine mécanique.

Fig. 24. — Schéma des rapports des nervures *Nm*, L_1, L_2, L_3, à la base du limbe, avec les faisceaux du pétiole.

Fig. 25. — Section transversale du massif libéro-ligneux de la base de la nervure médiane. Gr. 140. — *L*, lacune ; *G*, gaine mécanique ; A, liber.

Fig. 26. — Section transversale du bord du limbe rencontrant une terminaison de nervure. Gr. 100. — *E*, éminence des cellules de l'épiderme antérieur ; *R*, cellules à raphides.

Fig. 27. — Section transversale du limbe coupant dans sa longueur une cellule à raphides *R*. Gr. 140.

Fig. 28. — Épiderme antérieur vu de face.

Fig. 29. — Section transversale de la base du pétiole au niveau des deux nectaires *N*; le pétiole adhère encore à la tige à ce niveau. *C*, cavité formée par l'enfoncement de l'épiderme.

Fig. 30. — Section du nectaire suivant son grand axe.

Fig. 31. — Base du pétiole et position du nectaire au niveau de la région nodale. — *P*, pétiole; *n*, nectaire.

Fig 32. — Poil de la feuille du *Dioscorea repanda*.

Fig. 33. — Nervation de la feuille du *Dioscorea aculeata*.

Fig. 34. — Épiderme antérieur de la feuille du *D. aculeata*.

Fig. 35. — Un poil de la feuille du *D. aculeata*, face postérieure. Gr. 100.

Fig. 36. — Section transversale de la pointe du limbe du *D. aculeata*. — *N*, nectaire; *C*, enfoncement de l'épiderme à l'intérieur de la glande. Cette section montre trois nectaires, deux sur la face postérieure, un sur le milieu de la face antérieure.

Fig. 37. — Nœud de la tige de l'*Helmia bulbifera*. — *P*, pétiole; *Tg*, tige; *Bg*, bourgeon axillaire; *S*, stipule.

Fig. 38. — Feuille du *Dioscorea sinuata* vue par la face postérieure. — *N*, nectaires ou glandes discoïdes.

Fig. 39. — Épiderme recouvrant la glande discoïde, vu de face. Gr. 100. — *t*, cellules épidermiques étirées tangentiellement.

PLANCHE VIII.

DIOSCORÉES. — ANATOMIE DE LA FEUILLE ET DE LA RACINE.

Fig. 1. — Cellules à raphides de la feuille du *Dioscorea sinuata*, vues de profil.

Fig. 2. — Section verticale d'une glande discoïde; *f* petit faisceau. Gr. 140.

Fig. 3. — Section transversale de la base du pétiole du *Dioscorea multicolor*. — Bg_1, Bg_2, bourgeons axillaires.

Fig. 4. — Section transversale du limbe du *Dioscorea villosa*. Gr. 100. — *Pr*, parenchyme rameux.

Fig. 5. — Épiderme postérieur de la feuille du *D. villosa*. Gr. 100. — *Pl*, poil pluricellulaire; *Pl'*, poil non cloisonné du bord du limbe.

Fig. 6. — Épiderme postérieur, vu de face, de la feuille du *D. quinqueloba*. Gr. 100.

Fig. 7. — Poil de la base du pétiole du *D. quinqueloba*. Gr. 100.

Fig. 8. — Poil des épidermes du limbe du *D. quinqueloba*. Gr. 100.

Fig. 9. — Feuille du *Dioscorea variifolia*. $\frac{1}{2}$ gr. nat.

Fig. 10. — Épiderme postérieur marginal du limbe du *D. variifolia*. Gr. 100.

Fig. 11. — Épiderme de la feuille du *Dioscorea pyrenaica*. Gr. 100.

Fig. 12. — Parcours des faisceaux dans le pétiole du *Tamus communis*. — *A*, arc antérieur.

Fig. 13. — Épiderme postérieur de la feuille du *Tamus communis*, vu de face. Gr. 100. — *Ang*, cloison courbée à angle aigu.

Fig. 14. — Parcours des faisceaux dans le pétiole du *Testudinaria elephantipes*. — *A*, arc antérieur.

Fig. 15. — Réseau des cellules à tannin du limbe du *Testudinaria*.

Fig. 16. — Section transversale du limbe du *Testudinaria*. Gr. 140. — *L*, lacune ; *T*, cellule à tannin.

Fig. 17. — Nervation de la feuille du *Rajania augustifolia*. $\frac{2}{3}$ gr. nat.

Fig. 18. — Épiderme postérieur vu de face, et poils de la feuille du *R. angustifolia*.

Fig. 19. — Réseau cuticulaire des cellules de l'épiderme postérieur du *R. angustifolia*, vu de face.

Fig. 20. — Nervation de la feuille du *Rajania cordata*. $\frac{2}{3}$ gr. nat. — *N*, nectaire.

Fig. 21. — Feuille de l'*Helmia hirsuta*. $\frac{1}{2}$ gr. nat.

Fig. 22. — Parcours des faisceaux dans la région inférieure du pétiole de l'*H. hirsuta*.

Fig. 23. — Parcours des faisceaux dans la région supérieure du pétiole, et origine des nervures de l'*H. hirsuta*. — *Lg*, faisceau latéral gauche ; *Ld*, faisceau latéral droit ; *Ag*, faisceau antérieur gauche ; *Ad*, faisceau antérieur droit ; *fg*, foliole gauche ; *fm*, foliole médiane ; *fd*, foliole droite.

Fig. 24. — Nervation de la feuille de l'*H. hirsuta*, au voisinage du bord. Gr. 100.

Fig. 25. — Section transversale du limbe d'une foliole de l'*H. hirsuta*, au niveau d'une terminaison de nervure. Gr. 140.

Fig. 26. — Un poil de la feuille de l'*H. hirsuta*. Gr. 100.

Fig. 27. — Un poil de la feuille de l'*H.* (*Dioscorea*) *pentaphylla*.

Fig. 28. — Une cellule épidermique, de l'épiderme antérieur de l'*H. pentaphylla*, vue de face.

Fig. 29. — Section transversale de la gaine d'une feuille de *Smilax*.

Fig. 30. — Section transversale du pétiole d'une feuille sans vrille de *Smilax*.

Fig. 31. — Section transversale des nervures de la base du limbe de *Smilax*.

Fig. 32. — Section transversale de la gaîne d'une feuille de *Smilax*, pourvue de vrilles.

Fig. 33. — Section transversale de la région supérieure de la gaîne de *Smilax*.

Fig. 34. — Section transversale du pétiole de *Smilax* sous l'insertion des vrilles.

Fig. 35. — Section transversale du pétiole de *Smilax* au-dessus de l'insertion des vrilles.

Fig. 36. — Section transversale d'une racine de *Dioscorea Batatas*. Gr. 10.

Fig. 37. — Section transversale d'une portion du faisceau de la racine du *D. Batatas*. Gr. 600. — *Gc*, gaîne casparyenne ; *R*, cellule à raphides.

Fig. 38. — Section radiale du point de végétation d'une racine de *D. Batatas*. Gr. 140. — *Pz*, pilorhize.

Fig. 39. — Section transversale d'une portion du faisceau de la racine du *D. illustrata*. Gr. 140.

Fig. 40. — Section transversale d'une portion du faisceau et du liège interne *Lgi* d'une racine de *D. sinuata*. Gr. 140. — *rét*, réseau d'épaississement du liège interne.

Fig. 41. — Section transversale d'une portion du faisceau du *D. multicolor*. Gr. 100. — *Gc*, gaine casparyenne.

Fig. 42. — Section transversale d'une portion du faisceau et du liège interne épaissi (*Lgi*) de la racine du *Testudinaria elephantipes*. Gr. 140.

Fig. 43. — Section transversale d'une portion de la racine épineuse du *Dioscorea spinosa*. Gr. 140. — *C*, centre de figure.

PLANCHE IX.

DIOSCORÉES. — Structure du tubercule du *TAMUS COMMUNIS*.

Fig. 1 et 2. — Jeune plante au stade I. Gr. 2.

Fig. 3. — Jeune plante un peu plus âgée. Gr. 2.

Fig. 4. — Jeune plante à un âge intermédiaire entre les stades I et II. Gr. 2.

Fig. 5 et 6. — Jeune plante arrivée au stade II. Gr. nat.

Fig. 7. — Plante arrivée au stade III.

Fig. 8 à 13. — Section transversale de la jeune plante arrivée au stade I. — *PV* (de la fig. 8), point de végétation de la tige principale : p_1, p_2, p_3, p_4 (fig. 32), faisceaux procambiaux du jeune tubercule.

Fig. 14. — Section horizontale de la graine, du cotylédon inclus et de la gaîne cotylédonaire. Gr. 10.

Fig. 15 à 28. — Sections transversales de la plante parvenue au stade II. — m_1, lobe périphérique détaché du faisceau M_1 ; g_2, lobe périphérique

détaché du faisceau G_2, etc. ; p_2, p_3, p_4, faisceaux centraux du tubercule qui étaient au stade procambial dans la jeune plante (fig. 12).

Fig. 29. — Schéma des rapports des faisceaux du tubercule avec les faisceaux de l'axe hypocotylé et de la tige principale.

Fig. 30. — Section transversale du cotylédon.

Fig. 31. — Nervation du cotylédon.

Fig. 32 à 38. — Sections transversales de la jeune plante parvenue au stade III, fig. 7, pl. IX. Gr. 13. — φ_1, φ_2, φ_3, faisceaux de la tige principale.

PLANCHE X.

DIOSCORÉES. — Structure des tubercules du *TAMUS COMMUNIS* et du *DIOSCOREA SINUATA*.

Fig. 1 à 12. — Sections du jeune tubercule d'une plante arrivée au stade III. — *p* (fig. 8), faisceau inséré directement sur l'extrémité inférieure de l'axe hypocotylé ; *al*, anastomose de deux faisceaux latéralement ; *ap*, anastomose de deux faisceaux périphériques.

Fig. 13. — Section transversale de la surface du tubercule au stade II. Gr. 140. — f_2, faisceau secondaire.

Fig. 14. — Section transversale d'une plante au niveau du fond de l'aisselle de la feuille F_1, à la fin de la première année.

Fig. 15. — Section transversale d'un faisceau du tubercule adulte du *Tamus*. Gr. 140.

Fig. 16. — Section transversale de la région superficielle du tubercule de la plante au stade III. Gr. 100.

Fig. 17. — Section transversale d'un faisceau secondaire f_2, placé en avant du cambiforme interne *Cbfi*. Gr. 140.

Fig. 18. — Section transversale de la région superficielle d'un tubercule adulte de *Tamus communis*. Gr. 50. — *Lge*, liège durci ; *cr*, cellule à raphides.

Fig. 19. — Section transversale d'un tubercule adulte de *Tamus*. Gr. 3. *Rp*, raphides ; f_2, faisceaux.

Fig. 20. — Tubercule adulte de *Tamus communis*.

Fig. 21 à 25. — Jeunes plantes de *Dioscorea sinuata*. Gr. $\frac{1}{2}$.

Fig. 21. — Plante arrivée au stade I.

Fig. 25. — Plante arrivée à notre stade II.

Fig. 26 à 43. — Sections transversales à divers niveaux de la jeune plante au stade I. Gr. 16. — *P* et *K*, cordons procambiaux représentant les faisceaux de Tg_1 au niveau de la section, fig. 27 ; α, β, γ, α′, β′ γ′, faisceaux de la tige Tg_1 ; π_1 et π_2 (fig. 40 à 42), pôles de la racine principale

---

PLANCHE XI.

DIOSCORÉES. — STRUCTURE DU TUBERCULE DU *DIOSCOREA SINUATA*.

Fig. 1 à 24. — Sections transversales à divers niveaux de la jeune plante au stade II. Gr. 11 pour les sections fig. 1 à 18. — Gr. 8 pour les sections fig. 19 à 24.— α, β, γ, α′, β′, γ′, δ, faisceaux de la tige principale Tg_1 ; *p* (fig. 8), faisceau périphérique inséré sur D_2 ; *fc*, faisceau cotylédonaire ; *k* et *k′* (fig. 24), mise en rapport des faisceaux dorsaux avec les faisceaux ventraux ; *S S′*, trace de la surface de symétrie du tubercule.

Fig. 25. — Section verticale radiale du bord du tubercule du *D. sinuata* ; *Lge*, liège à éléments épaissis ; *Lg*, liège.

Fig. 26. — Section radiale de la zone de croissance marginale du tubercule. Gr. 100. — *tc*, tissu fondamental cortical ; *zc*, zone cambiforme épaisse fournissant le tissu fondamental secondaire interne ; *cr*, cellule à raphides.

Fig. 27. — Section transversale d'un faisceau dorsal du tubercule. Gr. 140.

Fig. 28. — Section transversale de la région superficielle de la face dorsale du tubercule adulte. Gr. 100. — *Lge*, liège épaissi.

Fig. 29. — Section transversale de la région superficielle de la face ventrale du tubercule adulte. Gr. 100. — *fa*, faisceau ventral ; *B*, bois ; *Lge*, liège épaissi.

PLANCHE XII.

DIOSCORÉES. — STRUCTURE DES TUBERCULES DU *DIOSCOREA SINUATA*, *D. ALTISSIMA*, *HELMIA HIRSUTA*.

Fig. 1. — Section verticale tangentielle du tubercule du *D. sinuata*. Gr. 5. — *Fd*, face dorsale ; *Fv*, face ventrale ; f_2, faisceaux dorsaux ;

fa, faisceaux ventraux ; *h*, mise en rapport d'un faisceau dorsal avec un faisceau ventral.

Fig. 2 et 3. — Tubercule du *D. sinuata* âgé d'un an, vu de dessus. Gr. $\frac{1}{2}$.

Fig. 4. — Le même tubercule, vu de profil. Gr. $\frac{1}{2}$.

Fig. 5. — Tubercule de *D. sinuata*, âgé de trois ans, vu de dessous. Gr. $\frac{1}{4}$.

Fig. 6. — Tubercule de *D. sinuata*, âgé de trois ans, montrant la formation de segments nouveaux au-dessous du tubercule primitif. Gr. $\frac{1}{4}$.

Fig. 7 à 9. — Trois jeunes plantes du *D. altissima*, montrant des degrés divers du développement du tubercule. Gr. $\frac{1}{2}$.

Fig. 10. — Tubercule adulte du *D. altissima*, vu par la face dorsale. Gr. $\frac{1}{2}$.

Fig. 11 à 22. — Sections transversales d'une jeune plante de *D. altissima*, parvenue au stade I. — α, β, γ, α', β', γ', faisceaux de la tige Tg_1.

Fig. 23 à 29. — Sections transversales à divers niveaux d'une plante de *D. altissima* parvenue au stade II (fig. 9) ; *fd*, faisceaux dorsaux ; *fv*, faisceaux ventraux ; *fc*, faisceau cotylédonaire.

Fig. 30. — Section transversale des faisceaux antérieurs (ventraux), du tubercule du *D. altissima*. Gr. 140.

Fig. 31. — Section transversale de la région superficielle de la face dorsale du tubercule du *D. altissima*. Gr. 50.

Fig. 32. — Section transversale de l'un des gros faisceaux dorsaux du tubercule. Gr. 140.

Fig. 33. — Section transversale d'un jeune faisceau dorsal f_2 contigu au cambiforme interne *Cbf*. Gr. 140.

Fig. 34 et 35. — Jeunes plantes d'*Helmia hirsuta*, stade I.

Fig. 36. — Jeune plante d'*Helmia hirsuta* au stade II.

Fig. 37 à 57. — Sections transversales à divers niveaux d'une jeune plante d'*Helmia hirsuta* parvenue au stade I (fig. 35). Gp_1 et Ga_1, branches représentant ensemble le faisceau latéral G_1 ; ag_1, ad_1, faisceaux antérieurs gauche et droit ; *P* et *K*, masses anastomotiques homologues chacune de plusieurs faisceaux de la tige Tg_1 ; *Mc*, faisceau médian du cotylédon ; π_1, π_2, π_3, π_4, pôles de la première racine.

PLANCHE XIII.

DIOSCORÉES. — STRUCTURE DU TUBERCULE DE L'*HELMIA HIRSUTA*.

Fig. 1 à 20. — Sections transversales à divers niveaux d'une jeune plante

arrivée au stade II. Gr. 8. — *fEa*, faisceau de l'écaille du bourgeon antérieur ; φ_1, φ_2,..... φ_7, faisceaux de la tige Tg_1 ; *Tg2p*, tige axillaire de la feuille postérieure ou ventrale F_2 ; *Tg2a*, tige axillaire de la feuille antérieure ou dorsale F_1 ; *fa*, face antérieure du cotylédon (fig. 9 ; φc, faisceaux cotylédonaires (fig. 13 à 18).

Fig. 21 et 22. — Jeunes plantes d'*Helmia hirsuta* au stade III. $\frac{1}{2}$ gr. nat.

Fig. 23 à 37. — Sections transversales à divers niveaux d'une plante arrivée au stade III (fig. 22, pl. XIII). Gr. 4. — φ_1, φ_2, φ_3...., φ_{10}, faisceaux de la tige principale ; *Tam*, limite du tissu fondamental contenant de l'amidon (fig. 37).

PLANCHE XIV.

DIOSCORÉES. — Structure des tubercules d'*HELMIA HIRSUTA* et de *DIOSCOREA REPANDA*.

Fig. 1 à 12. — Sections transversales de la region inférieure d'une plante d'*Helmia hirsuta* parvenue au stade III. — *Tam*, tissu amylifère.

Fig. 13. — Section radiale du point de végétation du tubercule de l'*Helmia hirsuta*. Gr. 100. — *M*, zone méristématique; *f*, faisceau.

Fig. 14. — Section transversale et horizontale de la région superficielle du tubercule de l'*H. hirsuta*. Gr. 100. — *S*. cellules subéreuses épaissies.

Fig. 15. — Section transversale d'un faisceau du tubercule de l'*H. hirsuta*. Gr. 100.

Fig. 16 à 20. — Jeunes plantes de plus en plus âgées du *Dioscorea repanda*. $\frac{1}{2}$ gr. nat. — Ecf_2, feuille F_2 réduite à l'état d'écaille.

Fig. 21 à 37. — Sections transversales à divers niveaux d'une jeune plante de *D. repanda* parvenue au stade I (fig. 16) — φ_1, φ_2..... φ_9, faisceaux de la tige Tg_1 ; *K* et *H* (fig. 36), masses anastomotiques résultant de la réunion de plusieurs faisceaux (axe hypocotylé).

Fig. 38. — Section transversale de la région inférieure de la tige principale d'une jeune plante intermédiaire entre les stades I et III (fig. 17).

Fig. 39 à 46. — Sections transversales à divers niveaux d'une plante de *D. repanda* parvenue au stade III (fig. 18). — *Rf*, réseau radicifère.

Fig. 47 à 52. — Sections transversales à divers niveaux d'une jeune plante de *D. repanda* parvenue au stade IV (fig. 19). — *fT*, faisceaux du tubercule.

Fig. 53. — Section transversale d'un petit faisceau périphérique du tubercule du *D. repanda*. Gr. 100. — *cr*, cellule à raphides.

Fig. 54. — Section transversale d'un gros faisceau central du tubercule de *D. repanda*. Gr. 140.

Fig. 55. — Section transversale de la région superficielle du tubercule du *D. repanda*. Gr. 100.

PLANCHE XV.

DIOSCORÉES. — Structure des tubercules de *DIOSCOREA KITA, D. QUINQUELOBA*.

Fig. 1. — Section transversale de la région moyenne du tubercule du *D. repanda*. Gr. 8. — *f*, crevasse de la surface.

Fig. 2. — Jeune plante du *D. Kita*. $\frac{1}{2}$ gr. nat.

Fig. 3 à 16. — Sections transversales à divers niveaux de la jeune plante représentée fig. 2. — φ_1, φ_2, ... φ_7, faisceaux de la tige principale.

Fig. 17. — Section transversale d'un faisceau du tubercule du *D. Kita*. Gr. 140.

Fig. 18. — Section transversale moyenne du tubercule de *D. Kita*. Gr. 8.

Fig. 19. — Section transversale de la région superficielle du tubercule du *D. Kita*. Gr. 140. — *M*, zone dont les cellules continuent à se cloisonner très tard.

Fig. 20. — Section radiale du point de végétation du tubercule de *D. Kita*. Gr. 140. — *AA'*, direction de l'axe du tubercule ; *m*, zone méristématique ; *tc*, tissu cortical.

Fig. 21. — Jeune plante du *D. quinqueloba*, $\frac{1}{2}$ gr. nat. Stade I.

Fig. 22 à 32. — Sections transversales à divers niveaux de la plante arrivée au stade I. — pr_1, pr_2, pr_3, pr_4, lobes procambiaux émanés de Tg_1.

Fig. 33. — Stade II du développement du *D. quinqueloba*.

Fig. 34. — Stade III du développement du *D. quinqueloba*

Fig. 35 à 45. — Sections transversales à divers niveaux d'une jeune plante de *D. quinqueloba* arrivée au Stade II. — Ec_2, feuille F_2 réduite à l'état d'écaille.

Fig. 46 à 54. — Sections transversales à divers niveaux d'une plante arrivée au stade III.

Fig. 55.— Section verticale de l'extrémité du tubercule du *D. quinqueloba*. Gr. 5.— *S*, face supérieure, *I*, face inférieure; *Tgn*, *Tg(n+1)*, *Tg(n+2)*, tiges d'ordre de plus en plus élevé ; *Ecn*, *Ec(n+1)*, *Ec(n+2)*, écailles correspondantes ; *is* et *ia*, insertion supérieure, et insertion antérieure de l'écaille *Ecn*.

Fig. 56. — Section transversale de la région superficielle d'un tubercule de *D. quinqueloba*. Gr. 100.

Fig. 57. — Section transversale de la région superficielle encore jeune du tubercule de *D. quinqueloba*. Gr. 140.

Fig. 58. — Section transversale d'un tubercule de *D. quinqueloba*. Gr. 10.

Fig. 59. — Section transversale d'un faisceau du tubercule de *D. quinqueloba*. Gr. 140.

Fig. 60. — Tubercule de *D. quinqueloba*, plante d'un an, vu de profil. $\frac{1}{2}$ gr. nat.

PLANCHE XVI.

DIOSCORÉES. — Structure des tubercules de *TESTUDINARIA*, *DIOSCOREA MULTICOLOR*, *D. BATATAS*.

Fig. 1. — Section transversale de la région superficielle d'un jeune tubercule du *Testudinaria elephantipes*. Gr. 60.

Fig. 2. — Section horizontale de la région superficielle du tubercule adulte du *T. elephantipes*. Gr. 60.

Fig. 3. — Section transversale d'un faisceau du tubercule du *T. elephantipes*. Gr. 140.

Fig. 4. — Section transversale de la région inférieure du tubercule de *T. elephantipes*. Gr. 1,5.

Fig. 5. — Section transversale de la région supérieure du tubercule de *T. elephantipes*. Gr. $\frac{3}{5}$. — *f*, faisceaux extérieurs.

Fig. 6. — Section horizontale d'une portion du tubercule, un peu au-dessus de la face ventrale. Gr. nat. — *IR*, insertion du faisceau d'une racine.

Fig. 7. — Schéma de la disposition des files cellulaires sur une section radiale marginale du tubercule du *T. elephantipes*.

Fig. 8. — Disposition des faisceaux du tubercule du *T. elephantipes* en section radiale. — f_2d, faisceaux dorsaux ; f_2v, faisceaux ventraux.

FIG. 9 A 15. TUBERCULE DU *DIOSCOREA MULTICOLOR.*

Fig. 9. — Tubercule vu par sa face dorsale. $\frac{1}{2}$ gr. nat.

Fig. 10. — Tubercule vu par sa face ventrale. $\frac{1}{2}$ gr. nat.

Fig. 11. — Section transversale d'un faisceau primaire, pris auprès du centre d'une section du tubercule. Gr. 140.

Fig. 12. — Section transversale d'un faisceau secondaire, pris vers la périphérie, du côté de la face dorsale. Gr. 140.

Fig. 13. — Disposition relative des écailles *Ecn, Ec* $(n+1)$, *Ec* $(n+2)$ et des tiges *Tgn, Tg* $(n+1)$. *Tg* $(n+2)$ insérées au sommet du tubercule.

Fig. 14. — Section transversale moyenne d'une branche du tubercule. Gr. 5,5. — *FD,* face dorsale ; *FV,* face ventrale ; *C,* centre de figure, f_1, faisceaux primaires ; f_2, faisceaux secondaires ; *fv*, faisceaux ventraux.

Fig. 15. — Section transversale d'une portion de la surface dorsale du tubercule. Gr. 100.

FIG. 16 ET 17. TUBERCULE DU *D. JAVANICA.*

Fig. 16. — Section transversale de la gaine *G* et des tissus voisins. Gr. 100.

Fig. 17. — Section transversale d'un faisceau central du tubercule. Gr. 100.

Fig. 18. — Section transversale d'un faisceau de la région centrale du tubercule du *D. aculeata.* Gr. 100.

Fig. 19. — Section transversale des tissus superficiels du tubercule du *D. pentaphylla.* Gr. 100.

FIG. 20 A 22. TUBERCULE DE L'*HELMIA BULBIFERA.*

Fig. 20. — Section transversale d'un faisceau moyen du tubercule. Gr. 100. — *Ca,* cellule du tissu fondamental rempli d'amidon.

Fig. 21. — Section radiale de la région superficielle du tubercule. Gr. 140.

Fig. 22. — Section horizontale de la région superficielle du tubercule. Gr. 140.

FIG. 23 A 36. TUBERCULE DU *DIOSCOREA BATATAS.*

Fig. 23. — Bulbille *Bb* germant. $\frac{2}{3}$ gr. nat. — *PV,* point de végétation de la tige ; *Ec*, écaille basilaire.

Fig. 24. — Bulbille ayant fourni une plante à deux tubercules *T* et *T'*. $\frac{1}{3}$ gr. nat.

Fig. 25. — Plante à un seul tubercule.

Fig. 26. — Section verticale de la région inférieure d'une tige produite par une bulbille. — φ *Bg*, faisceaux du bourgeon ; *Br*, écaille du bourgeon ; *n*, limite inférieure de l'épiderme ; *PVT*, point de végétation du tubercule en voie de formation ; *t* et *t'*, faisceaux du tubercule.

Fig. 27. — Section radiale du point de végétation apical d'un jeune tubercule. Gr. 190.

Fig. 28. — Section transversale d'un jeune faisceau près du sommet d'un jeune tubercule. Gr. 100.

Fig. 29. — Section transversale d'un faisceau du tubercule. Gr. 100.

Fig. 30. — Section transversale d'un faisceau de la périphérie, contigu à une zone *M* dont les cellules sont encore en voie de cloisonnement.

Fig. 31 à 34. — Faisceaux périphériques primaires à divers stades de cloisonnement et de différenciation.

Fig. 35. — Section transversale d'ensemble d'un petit tubercule de *D. Batatas*.

Fig. 36. — Section transversale de la région superficielle d'un tubercule du *D. Batatas*. Gr. 140.

PLANCHE XVII.

DIOSCORÉES. — STRUCTURE DES TUBERCULES DE *D. ILLUSTRATA*, *D. VILLOSA*. STRUCTURE DES BULBILLES. — STRUCTURE DES DIOSCORÉES HERMAPHRODITES.

FIG. 1 A 12. TUBERCULE DU *DIOSCOREA ILLUSTRATA*.

Fig. 1. — Mode de végétation du *D. illustrata*. ½ gr. nat. — *vT*, vieux tubercule ; *nT*, nouveau tubercule : *Tp*, tubercule pédonculé : *Pd*, pédoncule ; *PV*, point de végétation du tubercule ; *Ec*, écaille ; *Tgax*, tige axillaire ; *G*, galles formées par un Nématode (*Heterodera*).

Fig. 2. — Tubercule ayant produit une tige dont le premier entrenœud En_1 est très allongé. ½ gr. nat. — *Ipd*, insertion du pédoncule ; *Clr*, collerette formée autour de la base de la tige par les tissus déchirés du tubercule.

Fig. 3. — Tubercule dont sort une tige *Tg* à la place du point de végétation. — *Clr*, collerette ; *Ec*, écaille basilaire.

Fig. 4. — Section transversale du faisceau du pédoncule près de l'origine du tubercule. Gr. 50.

Fig. 5. — Section transversale du faisceau à la base du tubercule. G. 50.

Fig. 6. — Section transversale de l'ensemble des massifs libéro-ligneux dans la région moyenne du tubercule. Gr. 20. — *An*, masse anastomotique.

Fig. 7. — Section transversale de la région périphérique du tissu fondamental interne du tubercule. Gr. 100. — *M*, région dont les cellules continuent à se cloisonner.

Fig. 8. — Section transversale d'un petit faisceau secondaire de la périphérie d'un gros tubercule. Gr. 100.

Fig. 9. — Section transversale d'ensemble de la région moyenne d'un tubercule. Gr. 2.

Fig. 10. — Section transversale d'un faisceau de la région centrale du tubercule.

Fig. 11. — Section radiale du sommet d'un tubercule qui forme un point de végétation de tige sous une écaille *Ec*. — *R*, cellules à raphides.

Fig. 12. — Section transversale du point de végétation de tige formé au sommet du tubercule. — *Ec*, écaille ; *T*, tissu du tubercule formant collerette.

Fig. 13 à 17. Rhizome du *DIOSCOREA VILLOSA*.

Fig. 13. — Rhizome. $\frac{1}{2}$ gr. nat. — *Rh*, vieux rhizome; *rh*, ramifications du rhizome; *Tg*, tiges aériennes.

Fig. 14. — Section transversale de la région superficielle du rhizome. Gr. 100. — *Tfd*, tissu fondamental épaissi.

Fig. 15. — Section transversale d'un gros faisceau du rhizome. Gr. 140.

Fig. 16. — Section transversale d'ensemble du rhizome. — *F*, gros faisceau; *f*, petits faisceaux périphériques; *rh*, point d'insertion d'une ramification du rhizome.

Structure des bulbilles.

Fig. 17. — Section transversale du faisceau de l'écaille. Gr. 140.

Fig. 18. — Rameau bulbifère du *Dioscorea Batatas*, vu de profil. — *Bb*, bulbille ; *B*, bourgeon axillaire.

Fig. 19. — Rameau bulbifère du *D. Batatas* portant une bulbille double. — *P*, pétiole.

Fig. 20. — Section radiale de la tige, du pétiole, d'une jeune bulbille et d'un bourgeon axillaire B_1 de l'*Helmia bulbifera*. — B_2, B_3, B_4, bour-

geons coalescents formant la bulbille: *Tg*, tige, entrenœud *n*: *En* (*n* + *1*), entrenœud (*n* + *1*); *P*, pétiole.

Fig. 21. — Section radiale d'une bulbille de l'*H. bulbifera* en voie de développement. — *H*, hile ; B_1, B_2, B_3, bourgeons concrescents formant la bulbille.

Fig. 22. — Section transversale d'un nœud bulbifère de *D. Batatas*. — *φBb*, faisceaux de la bulbille ; *φBg*, faisceaux du bourgeon.

Fig. 23. — Section transversale du pétiole du bourgeon axillaire et de la bulbille au niveau du fond de l'aisselle d'un nœud bulbifère du *D. Batatas*.

Fig. 24. — Section radiale du point de végétation du bourgeon d'une bulbille de *D. Batatas*. — *Ec*, écaille: *PV*, point de végétation de tige.

Fig. 25. — Bulbille d'un rameau bouturé du *D. Batatas*. $\frac{1}{2}$ gr. nat.

Fig. 26. — Bulbille bouturée de *D. Batatas* ayant produit deux tubercules.

Fig. 27. — Section horizontale d'une bulbille du *D. Batatas*, un peu au-dessus du hile.

Fig. 28. — Faisceaux d'une bulbille de *D. Batatas* au voisinage du hile. Gr. 140. — *Am*, amidon.

Fig. 29. — Section transversale de la région superficielle d'une bulbille de l'*Helmia bulbifera*. Gr. 100.

STRUCTURE DES DIOSCORÉES HERMAPHRODITES.

Fig. 30. — Section transversale d'ensemble de la tige du *Stenomeris dioscoreæfolia*. Gr. 16. — *R*, massif réparateur.

Fig. 31. — Nervation de la feuille du *Stenomeris dioscoreæfolia*. Gr. 2. — *nm*, nervure médiane; *nl*, nervure latérale; *pl*, terminaison en pointe libre.

Fig. 32. — *Trichopus zeylanicus*. Port de la plante. — *Rh*, rhizome; *Fr*, fruit; *N*, région nodale de la tige aérienne; *P*, pétiole de la feuille aérienne.

Fig. 33. — Nervation de la feuille de *Trichopus zeylanicus*. $\frac{2}{3}$ gr. nat.

Fig. 34. — Section transversale d'ensemble de la tige aérienne du *Tr. zeylanicus*. — *M*, *lg*, *ld*, faisceaux sortants dans la feuille aérienne.

Fig. 35. — Poil de la surface de la tige du *Tr. zeylanicus*.

Fig. 36 et 37. Sections transversales du rhizome à deux niveaux différents. — *Tgn*, *Tg* (*n* + *1*),... tiges aériennes ; *Ecn*, *Ec* (*n* + *1*), écailles du rhizome; *φ Ecn*, *φ Ec* (*n* + *1*), faisceaux des écailles du rhizome.

Fig. 38. — Section transversale d'un faisceau du rhizome. Gr. 140.

Fig. 39. — Section transversale d'un gros massif libéro-ligneux de la tige du *Trichopus*. Gr. 140.

Fig. 40. — Section transversale du pétiole de la feuille du *Trichopus* au niveau du renflement inférieur. Gr. 11.

Fig. 41. — Section transversale de la région moyenne du pétiole du *Tr. zeylanicus*. Gr. 16.

Fig. 42. — Section transversale de la base de la nervure médiane d'une feuille du *Tr. zeylanicus*. Gr. 50.

Fig. 43. — Épiderme postérieur du limbe du *Tr. zeylanicus*, vu de face. Gr. 100. — *Pl*, poil.

Fig. 44. — Épiderme antérieur de la feuille du *Tr. zeylanicus*, vu de face. Gr. 100. — *BP*, cellule basilaire d'un poil.

Fig. 45. — Section transversale du bord du limbe du *Tr. zeylanicus* ; une gaine *Gm* enferme le faisceau marginal.

Fig. 46. — Nervation de la feuille du *Tr. zeylanicus*. Gr. 3,5. — *nm*, nervure médiane; *l*, nervure latérale; *m*, nervure marginale (2e nervure latérale) ; *pl*, terminaison en pointe libre.

Fig. 47. — Section transversale d'une portion du faisceau de la racine du *Trichopus zeylanicus*. Gr. 140.

PLANCHE XVIII.

DIOSCORÉES. — TUBERCULES.

Fig. 1. — A, B, C. *Testudinaria elephantipes*, tubercules d'âges différents. $\frac{1}{8}$ gr. nat.

Fig. 2. — Tubercule de l'*Helmia bulbifera*. $\frac{2}{3}$ gr. nat.

Fig. 3. — Tubercule de l'*Helmia hirsuta*. $\frac{2}{3}$ gr. nat.

Fig. 4. — Tubercule du *Dioscorea multicolor*. $\frac{2}{3}$ gr. nat.

Fig. 5. — Tubercule du *Dioscorea javanica*. $\frac{1}{3}$ gr. nat.

TABLE DES MATIÈRES.

INTRODUCTION .....

PREMIÈRE PARTIE.

TACCACÉES.

CHAPITRE PREMIER. — **Tacca pinnatifida** 14

§ 1. — Morphologie 14

§ 2. — Les Tubercules 15

L'embryon dans la graine mûre 15
La jeune plante au Stade I 15
La plante au Stade II 19
La plante au Stade III 24
Structure du premier tubercule 28
Les tubercules axillaires 30
Le tubercule de la plante adulte 32
Conclusions 34

§ 3. — La Feuille 35

a. — *Formes diverses des feuilles* 35

La feuille adulte 35
Diverses formes des feuilles de la jeune plante 39

b. — *Anatomie de la feuille* 42

Le pétiole 44
La foliole médiane 46
Les folioles latérales 49

c. — *Étude des tissus de la feuille* 50

Le pétiole 50
Les nervures 52
Le parenchyme 53
Les épidermes 54

d. — *Structure des feuilles formées pendant la période de jeunesse* 54

§ 4. — La Hampe florale 60
Structure de la hampe florale 60
Les pédoncules floraux 63
Les filaments stériles 63

§ 5. — La Racine 64

CHAPITRE SECOND. — **Ataccia cristata** 66

§ 1. — Extérieur de la Plante 66

§ 2. — Anatomie de la Tige 67
Section transversale moyenne 67
Le parcours des faisceaux 69
Le faisceau sortant médian 69
Les faisceaux sortants latéraux 76
Le réseau radicifère 80

§ 3. — Insertion du Bourgeon axillaire 81

§ 4. — Insertion des Hampes florales 82

§ 5. — Anatomie de la Hampe florale 83

§ 6. — Anatomie du Pédoncule floral 87

§ 7. — Comparaison de la Hampe florale avec le Pédoncule de la fleur et avec le Rhizome 87

§ 8. — Anatomie de la Feuille 89
Le pétiole 90
La nervure médiane 91
Les nervures d'ordre plus élevé 92
Les épidermes 92
Le parenchyme 93

§ 9. — La Racine 93

Résumé de la première partie. — Caractères anatomiques des Taccacées 94

DEUXIEME PARTIE.

DIOSCORÉES.

A. — *DIOSCORÉES UNISEXUÉES.*

CHAPITRE PREMIER. — **La Tige des Dioscorées** 99
Historique 99
§ 1. — Morphologie de la Tige des Dioscorées 103
§ 2. — Anatomie de la Tige des Dioscorées 105
a. — *Structure de la section moyenne d'un entrenœud* 105

b. — *Parcours des Faisceaux* 108
1. Tige du *Tamus communis L.* 109
Particularités histologiques 109
Parcours des Faisceaux 109
2. Tige du *Testudinaria elephantipes* 114
3. Tige du *Dioscorea Batatas* 114
Rameau moyen de cycle $\frac{3}{8}$ dextre 116
Autres rameaux à feuilles alternes, sortants d'une seule sorte. 119
Rameaux à sortants les uns médians, les autres latéraux 120
Tiges à feuilles verticillées par 3 120
Tiges de cycle $\frac{2}{5}$ avec dix réparateurs 120
Tiges à feuilles verticillées par 2 121
Tiges de cycle $\frac{1}{2}$ à deux réparateurs 121
4. Tige du *Dioscorea illustrata* 122
5. Tige du *Dioscorea discolor* 124
6. Tige du *Dioscorea repanda* 125
7. Tige du *Dioscorea aculeata* 126
8. Tige du *Dioscorea multicolor* 126
9. Tige du *Dioscorea sinuata* 127
10. Tige du *Dioscorea quinqueloba* 129
11. Tige du *Dioscorea villosa* 129
12. Tige du *Dioscorea pyrenaïca* 129
13. Tige du *Rajania pleioneura* 130

§ 3. — Insertion des Bourgeons axillaires 131

§ 4. — Différenciation des Tissus de la tige 134
a. — Tige du *Dioscorea illustrata* 134
1. Étude du bourgeon terminal. Extérieur 134
2. Description des principales sections transversales du bourgeon. 135
3. Différenciation des tissus de la tige 142
b. — Tige du *Dioscorea Batatas* 145
1. Étude du bourgeon terminal 145
2. Différenciation des tissus de la tige 150

§ 5. — Valeur des Massifs libéro-ligneux de la tige des Dioscorées 153

§ 6. — Conclusions. — Caractères anatomiques de la Tige des Dioscorées 156

CHAPITRE DEUXIÈME. — **La Feuille des Dioscorées** 159

Historique 159

§ 1. — Morphologie 160

§ 2. — Anatomie 162
a. — *Feuilles simples* 162
1. Feuille du *Dioscorea Batatas* 162
2. Feuille du *Dioscorea illustrata* 169
3. Feuille du *Dioscorea repanda* 172
4. Feuille du *Dioscorea spiculata* 174

5. Feuille du *Dioscorea aculeata* 175
6. Feuille de l'*Helmia bulbifera* 178
7. Feuille du *Dioscorea sinuata* 179
8. Feuille du *Dioscorea multicolor* 181
9. Feuille du *Dioscorea villosa* 182
10. Feuille du *Dioscorea quinqueloba* 183
11. Feuille du *Dioscorea variifolia* 183
12. Feuille du *Dioscorea pyrenaïca* 184
13. Feuille du *Tamus communis* 185
14. Feuille du *Tamus cretica* 187
15. Feuille du *Testudinaria elephantipes* 187
16. Feuille des Rajania. — *Rajania angustifolia* 190
Rajania cordata 191

b. — *Feuilles composées* 192
1. — Feuille de l'*Helmia hirsuta* 193
2. — Feuille du *Dioscorea pentaphylla* 197

§ 3. — Caractères généraux de la Feuille des Dioscorées 199

§ 4. — Comparaison de la Feuille des Dioscorées avec celle des Smilax 202

CHAPITRE TROISIÈME. — **La Racine des Dioscorées** 207

Historique 207

Anatomie de la Racine 207

a. — *Racines des espèces à tubercules annuels* 207
1. Racine du *Dioscorea Batatas* 208
2. Racine du *Dioscorea illustrata* 209
3. Racine du *Dioscoria javanica* 210
4. Racine de l'*Helmia hirsuta* 211

b. — *Racine des espèces à tubercules vivaces* 211
1. Racine du *Dioscorea sinuata* 212
2. Racine du *Dioscorea villosa* 212
3. Racine du *Dioscorea quinqueloba* 212
4. Racine du *Testudinaria elephantipes* 213

c. — *Racines épineuses* 214

CHAPITRE QUATRIÈME. — **Les Tubercules des Dioscorées.** 216

Historique 216

§ 1. — Développement et structure du Tubercule du Tamus communis 220

Stade I 220
Description des principales sections transversales de la jeune plante 221

Stade II 225
Description des principales sections transversales de la plante au Stade II 225

Stade III 231
Description des principales sections transversales de la plante parvenue au Stade III 232

Comparaison du Stade III aux Stades précédents.— Accroissement secondaire du tubercule 238
Le tubercule à la fin de la première période de végétation..... 241
Le tubercule de la plante adulte..... 242
Valeur morphologique du tubercule 243

§ 2. — Développement et structure du Tubercule du Dioscorea sinuata..... 246

Stade I 246
Description des principales sections transversales de la plante parvenue au Stade I..... 247
Stade II 251
Description des principales sections transversales de la plante parvenue au Stade II..... 252
Le tubercule à la fin de la première période de végétation..... 260
Le tubercule de la plante adulte..... 260
Valeur morphologique du tubercule.— Comparaison avec celui du Tamus communis..... 263

§ 3. — Développement et structure du Tubercule du Dioscorea altissima 265

Stade I 265
Description des principales sections transversales d'une jeune plante parvenue au Stade I..... 266
Stade II. — Description des sections transversales principales..... 273
Résumé et Conclusions..... 279

§ 4. — Développement et structure du Tubercule de l'Helmia hirsuta 281

Stade I. — Description des principales sections transversales..... 281
Stade II. — Description des principales sections transversales..... 287
Stade III. — Description des principales sections transversales.... 297
Le tubercule à la fin de la première période de végétation..... 307
Les tubercules de la plante adulte..... 307

§ 5. — Développement et structure du Tubercule du Dioscorea repanda..... 309

Stade I. — Description des principales sections transversales de la plante au Stade I..... 311
Stade II. 315
Stade III. 316
Description des principales sections transversales de la plante au Stade III 316
Stade IV. 320
Description des principales sections transversales de la plante parvenue au Stade IV..... 321
Le tubercule après une première période de végétation..... 323
Conclusions 325

§ 6. — Développement et structure du Tubercule du Dioscorea Kita 327
Description des principales sections transversales de la plante au Stade I 328
Le tubercule à la fin de la première période de végétation..... .. 333
Conclusions 335

§ 7. — Développement et structure du Tubercule rhizome du Dioscorea quinqueloba 336
Stade I. — Description des principales sections transversales..... 336
Stade II. — Description des principales sections transversales..... 340
Stade III. — Description des principales sections transversales.... 343
Le tubercule de la plante adulte..... 346

§ 8. — Structure du Tubercule du Testudinaria elephantipes..... 349

§ 9. — Structure du Tubercule du Dioscorea multicolor..... 354

§ 10. — Structure du Tubercule du Dioscorea Batatas..... 358
a. — *Mode de végétation*..... 358
b. — *Anatomie du tubercule*..... 360
c. — *Valeur morphologique du tubercule*..... 362

§ 11. — Structure du Tubercule du Dioscorea illustrata 363
a. — *Mode de végétation*..... 363
b. — *Anatomie du tubercule*..... 364
c. — *Reprise de la végétation*..... 367
d. — *Valeur morphologique du tubercule*..... 369

§ 12. — Premières indications sur les Tubercules de quelques espèces javanaises..... 371

§ 13. — Structure du Rhizome du Dioscorea villosa..... 375

§ 14. — Caractères des divers types de tubercules chez les Dioscorées 379

CHAPITRE CINQUIÈME. — **Les Bulbilles des Dioscorées**... 384
1. Bulbille du *Dioscorea Batatas*..... 385
2. Buluille de l'*Helmia bulbifera*..... 389

B. — *DIOSCORÉES HERMAPHRODITES.*

Stenomeris dioscoreaefolia..... 392
1. La tige 392
2. La feuille..... 393
3. Caractères anatomiques..... 394

Trichopus Zeylanicus..... 394
1. La tige aérienne..... 395
2. Le rhizome..... 396

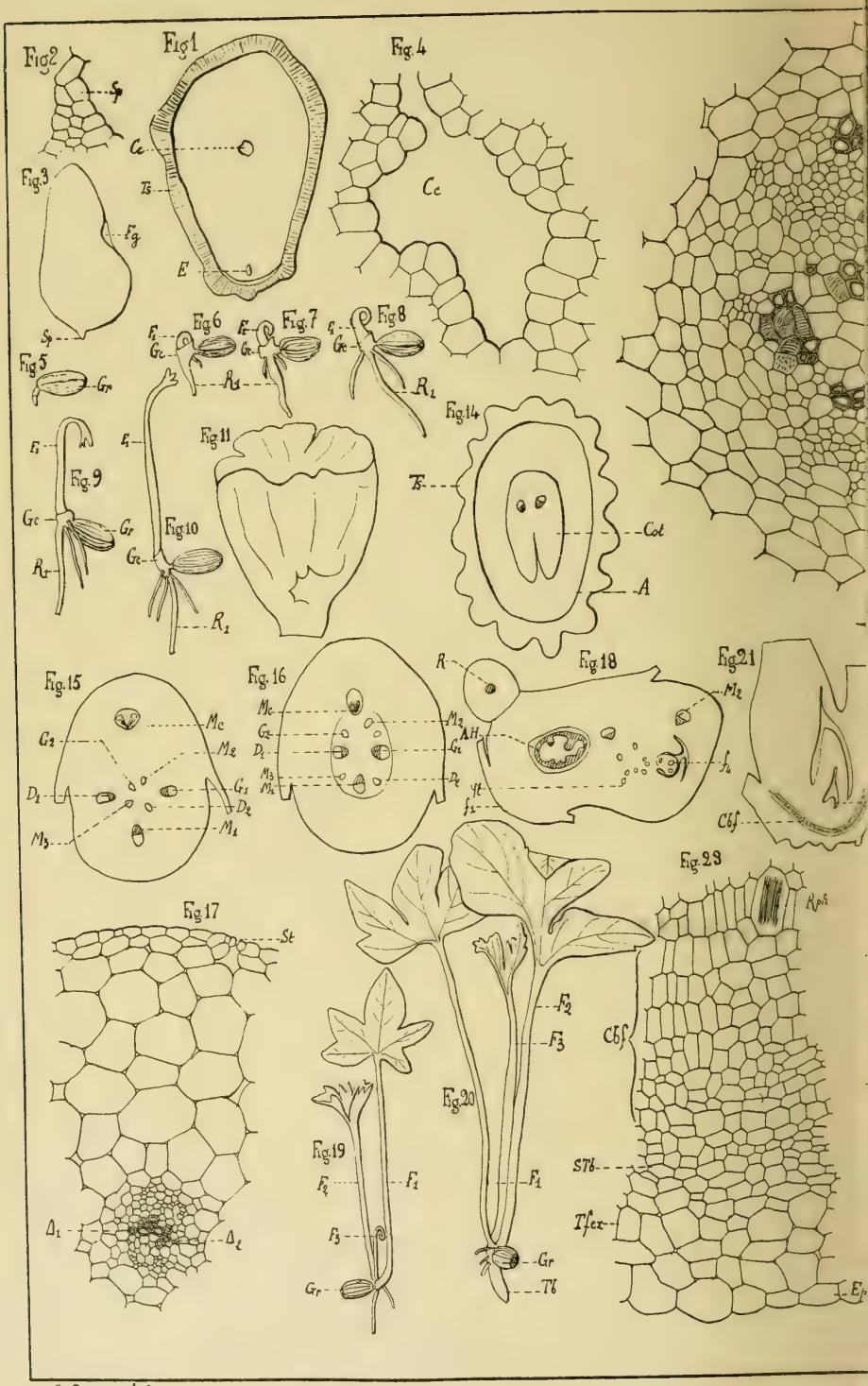
3. La feuille 398
4. La racine 400
Caractères anatomiques des Dioscorées hermaphrodites (*Stenomeris* et *Trichopus*) 402

CONCLUSIONS 403
I. — Les Tubercules des Dioscorées 403
II. — Caractères anatomiques des Taccacées 411
III. — Caractères anatomiques des Dioscorées 414
IV. — Comparaison des masses libéro-ligneuses de la tige des Taccacées et de la tige des Dioscorées 418
V. — Affinités des Dioscorées et des Taccacées 420

EXPLICATION DES PLANCHES 423

TABLE DES MATIÈRES 451

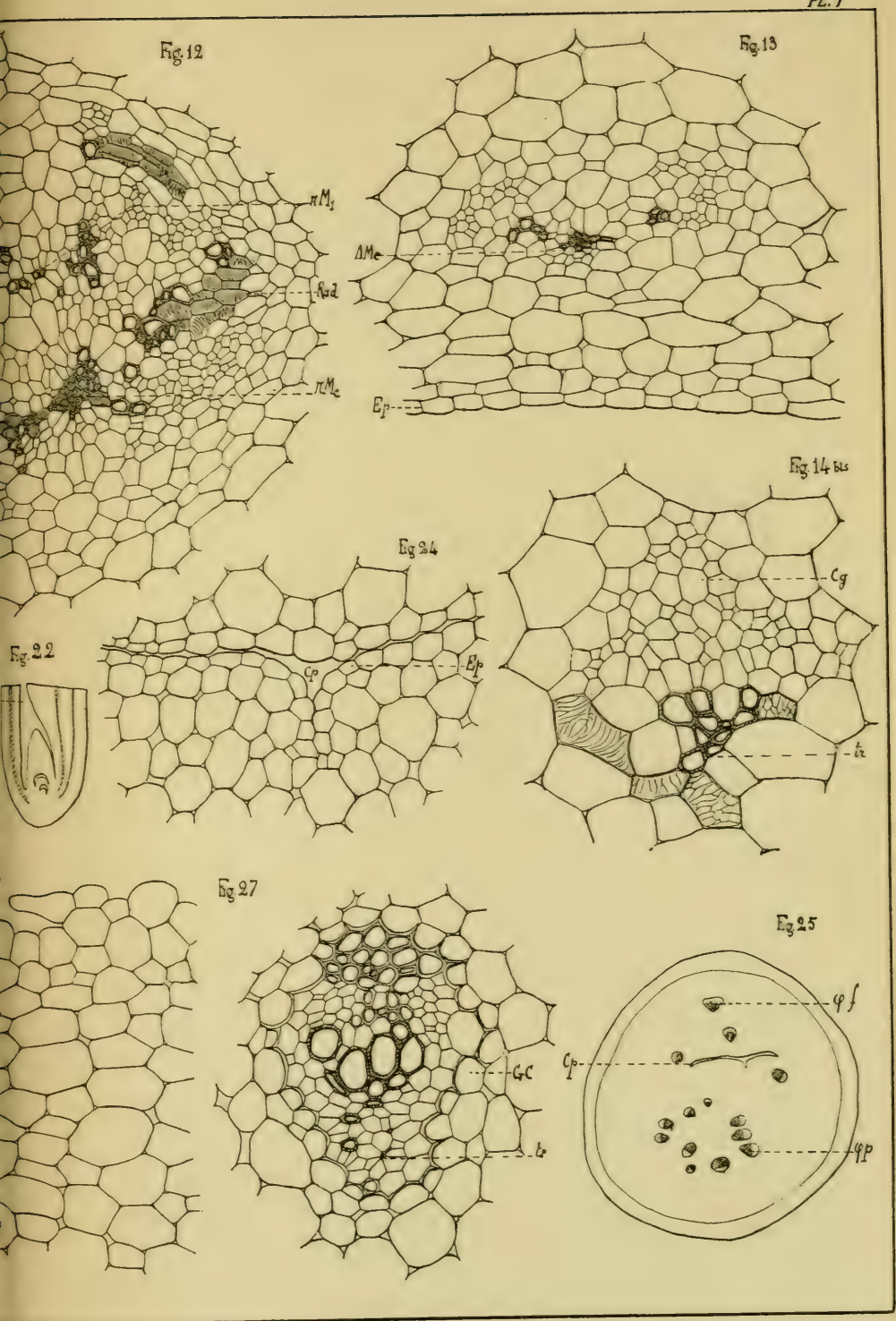
Lille imp. L. Danel.



C. Queva del.

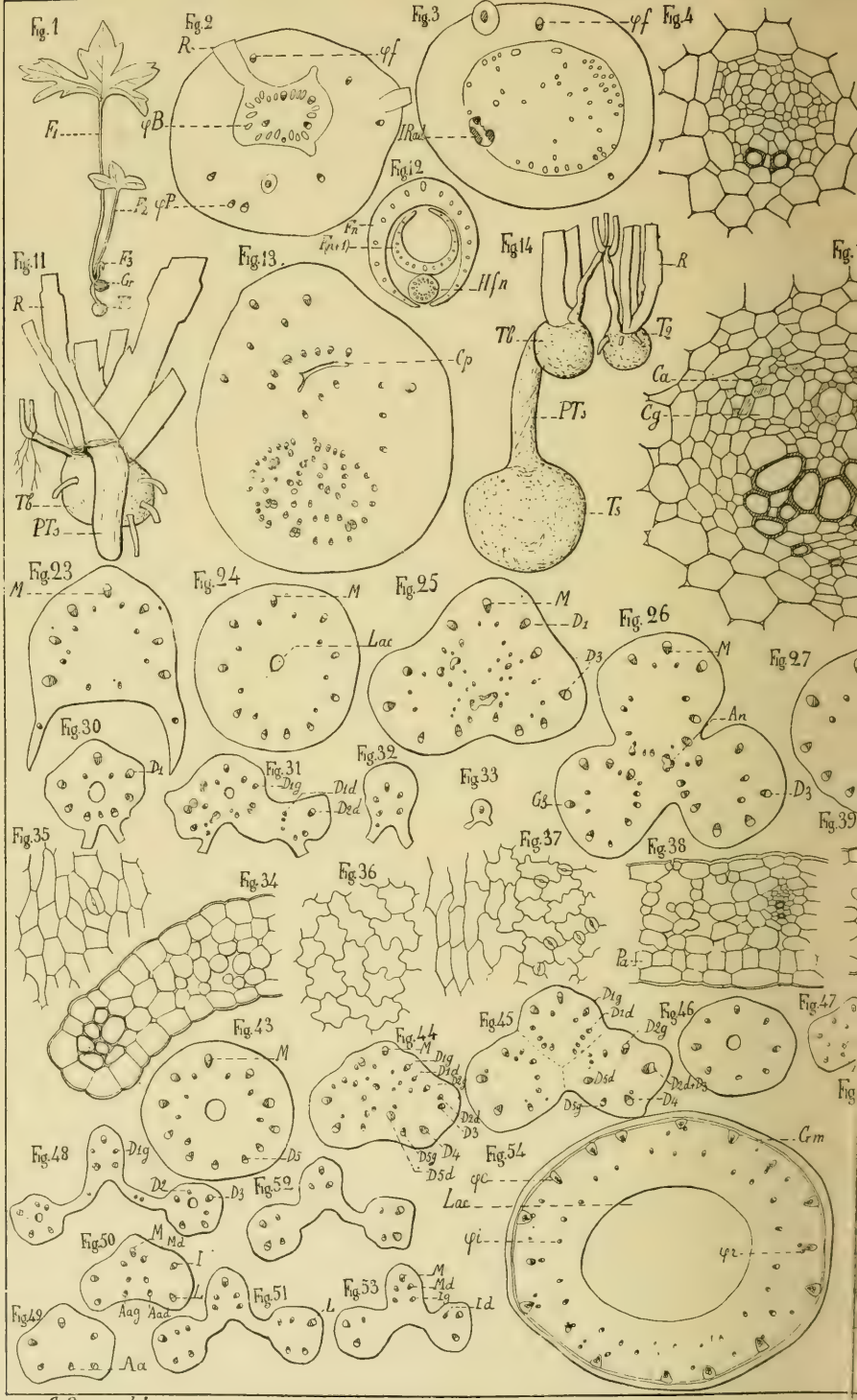
TA

Tacca pinnatifi



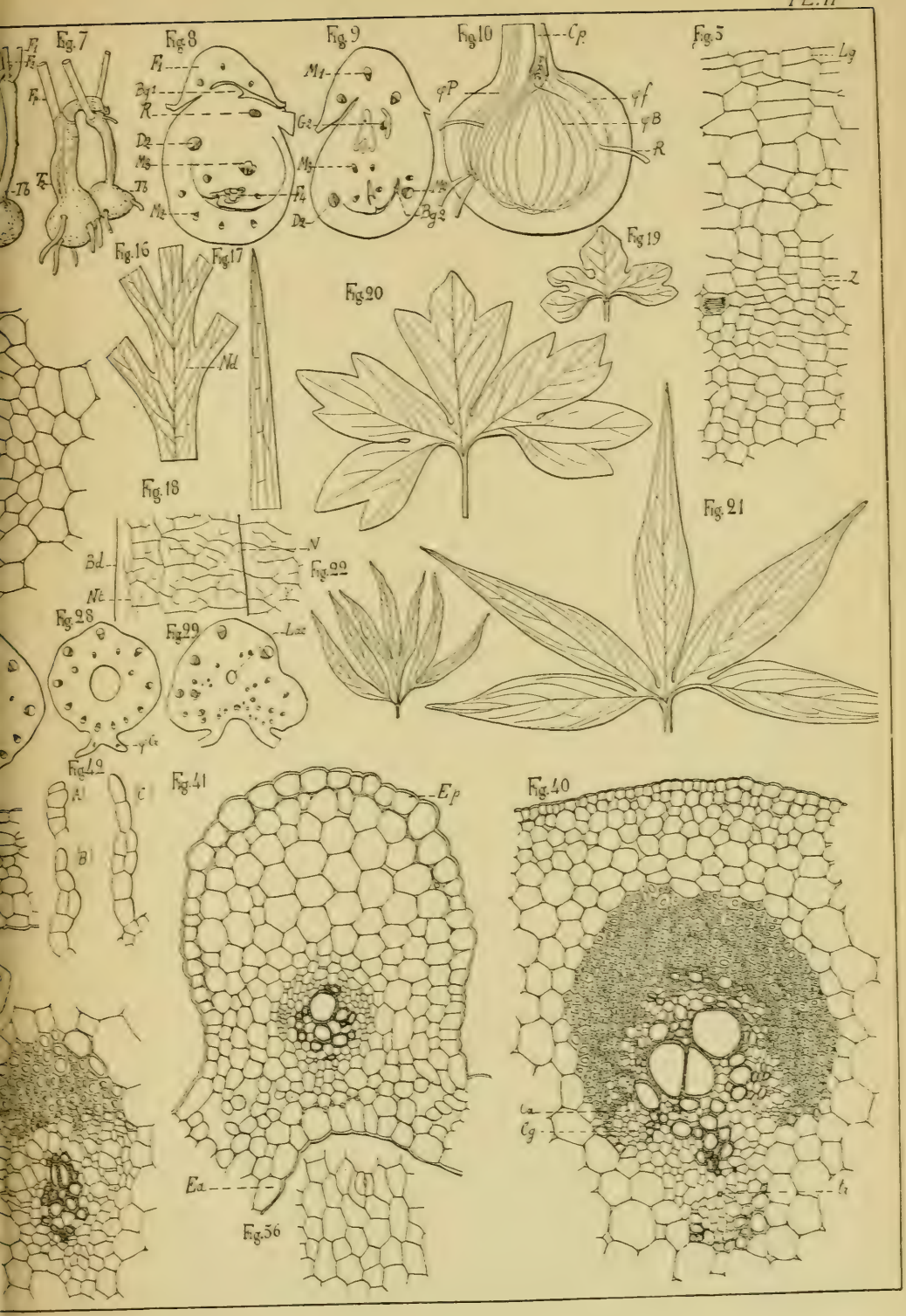
CACÉES.

— Premier tubercule.



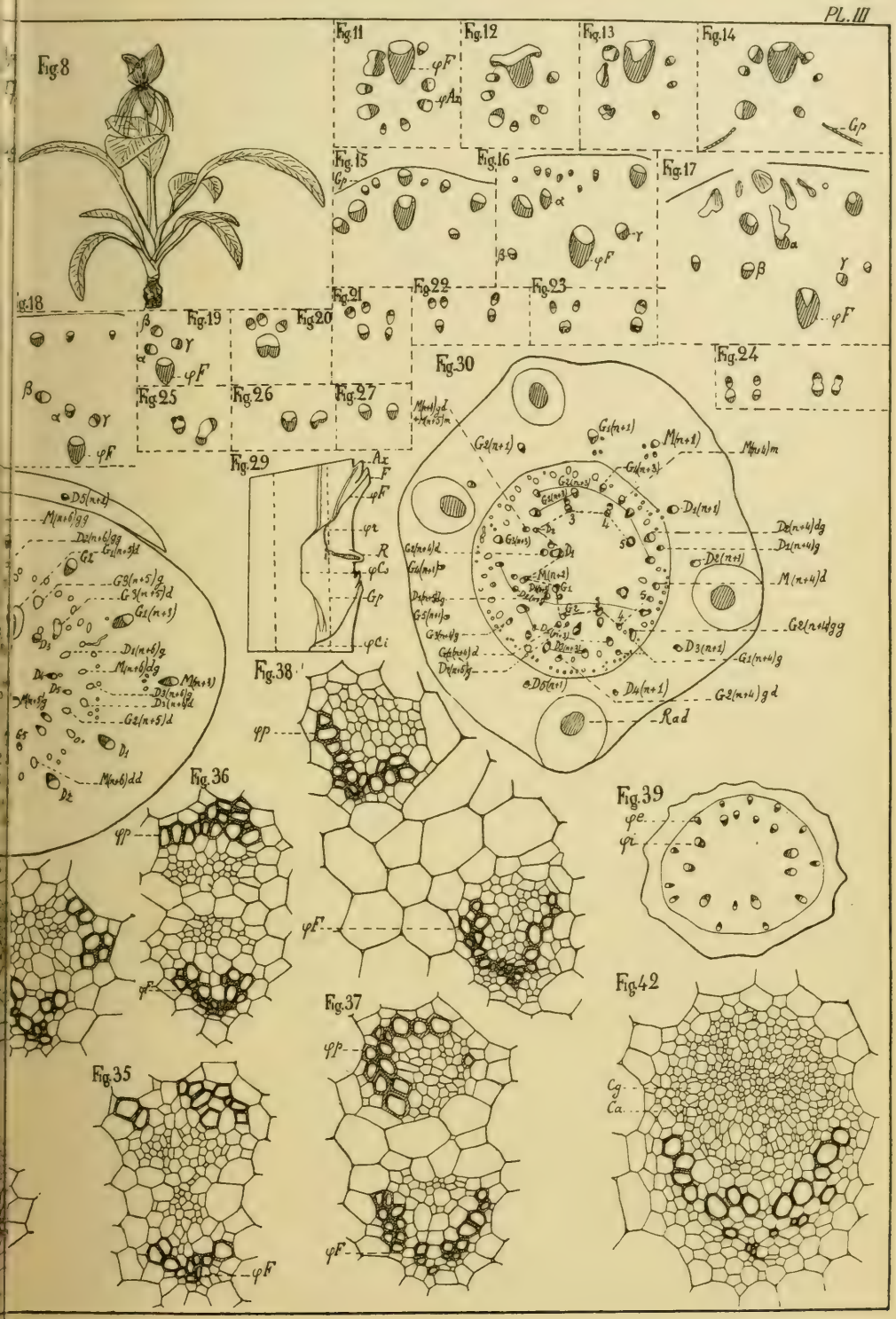
C. Queva del.

Tacca pinnatif



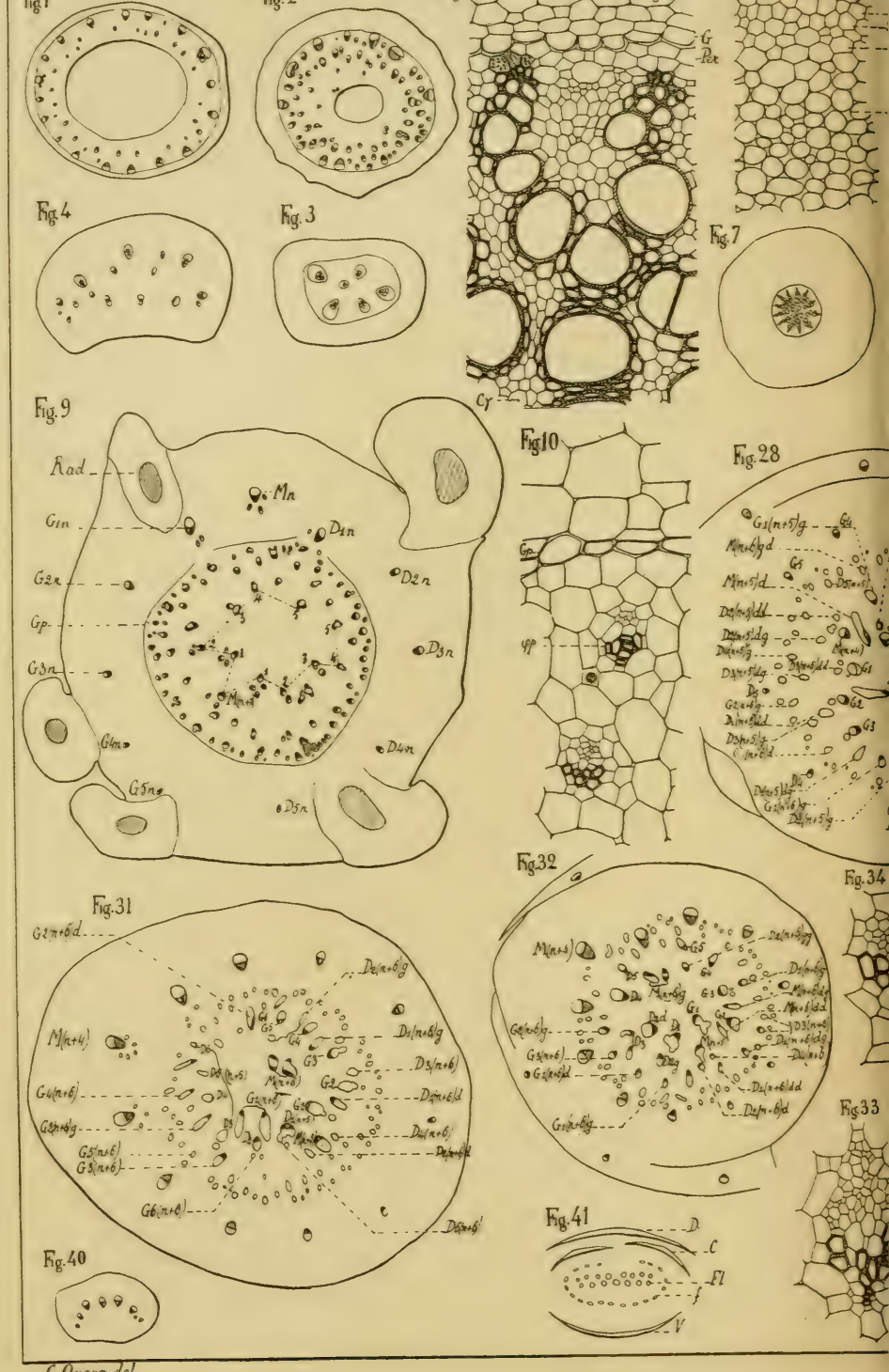
CCACÉES.

— Tubercules, Feuilles.



ACÉES.

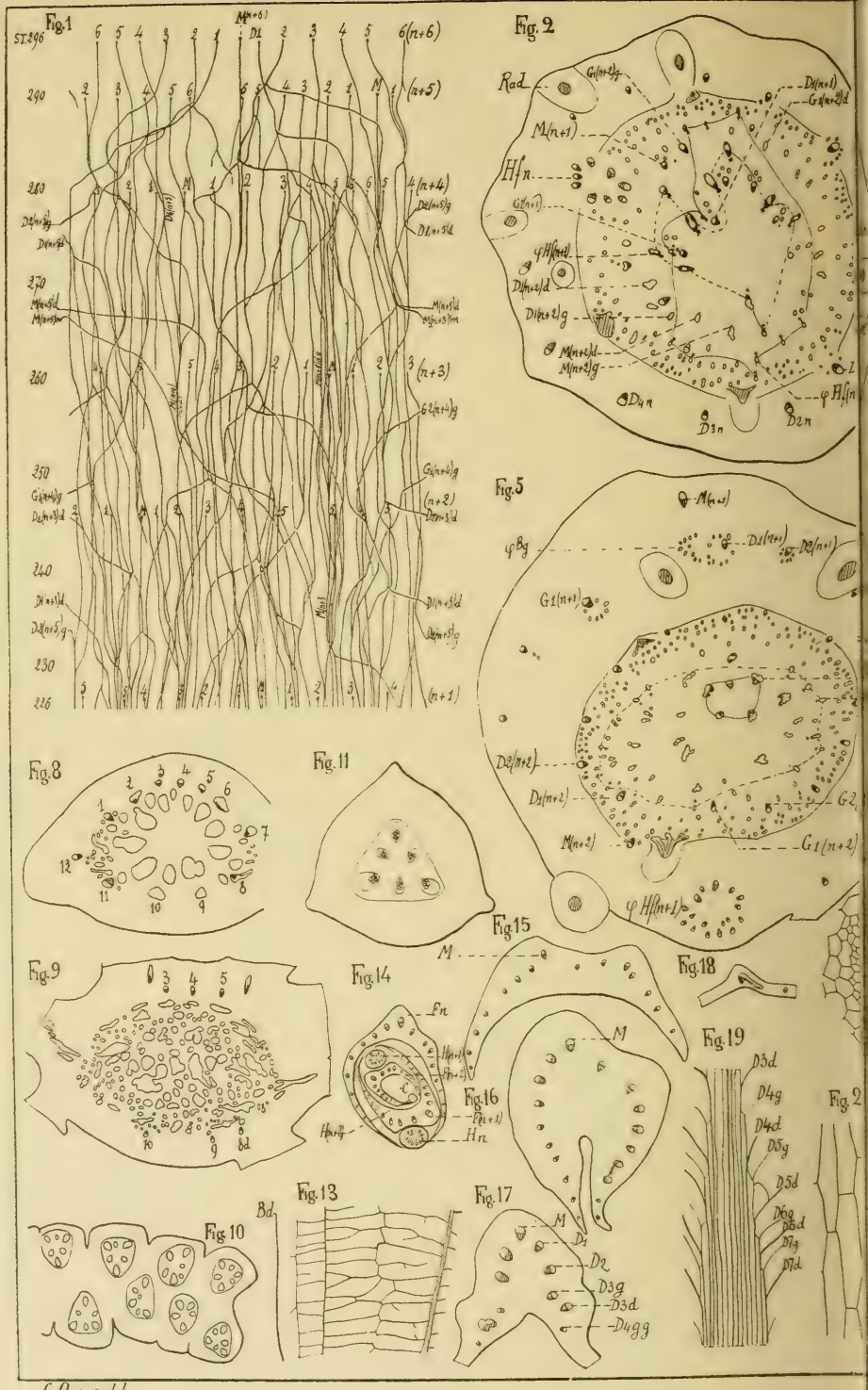
- *Ataccia cristata*, Tige.



C. Queva del.

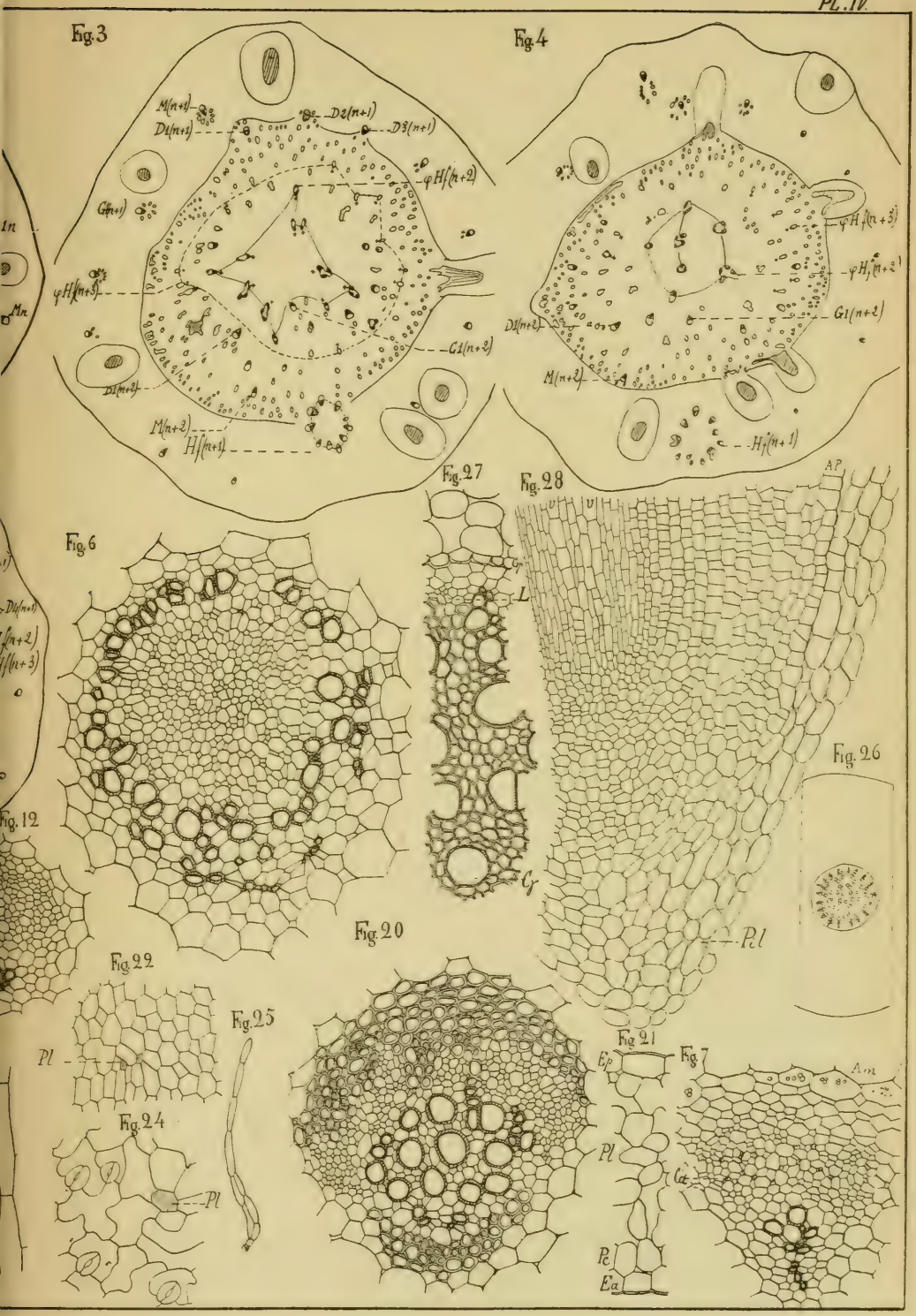
TA

Tacca pinnatifida.



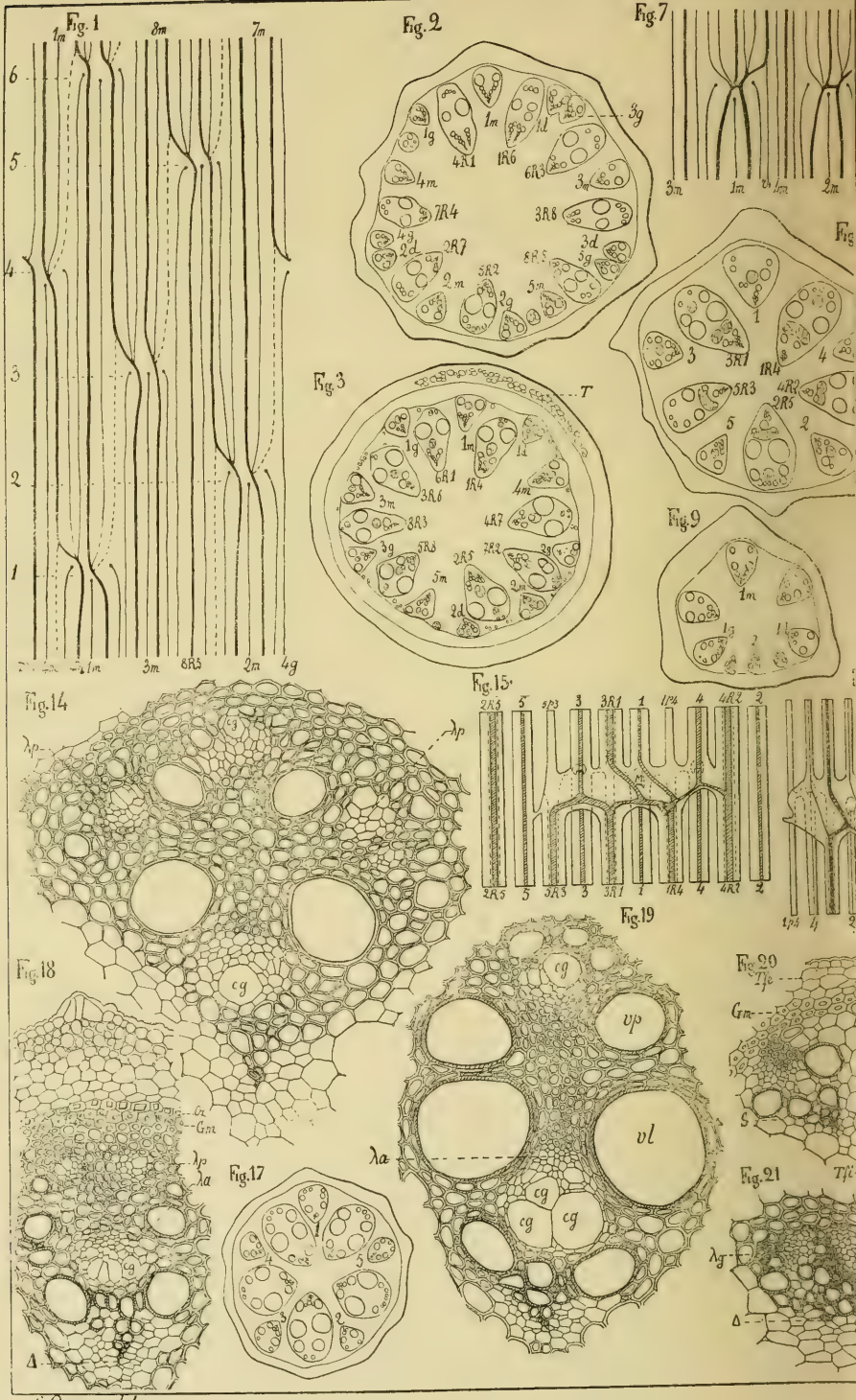
TA

Ataccia cristata. — Tige, h



CACÉES

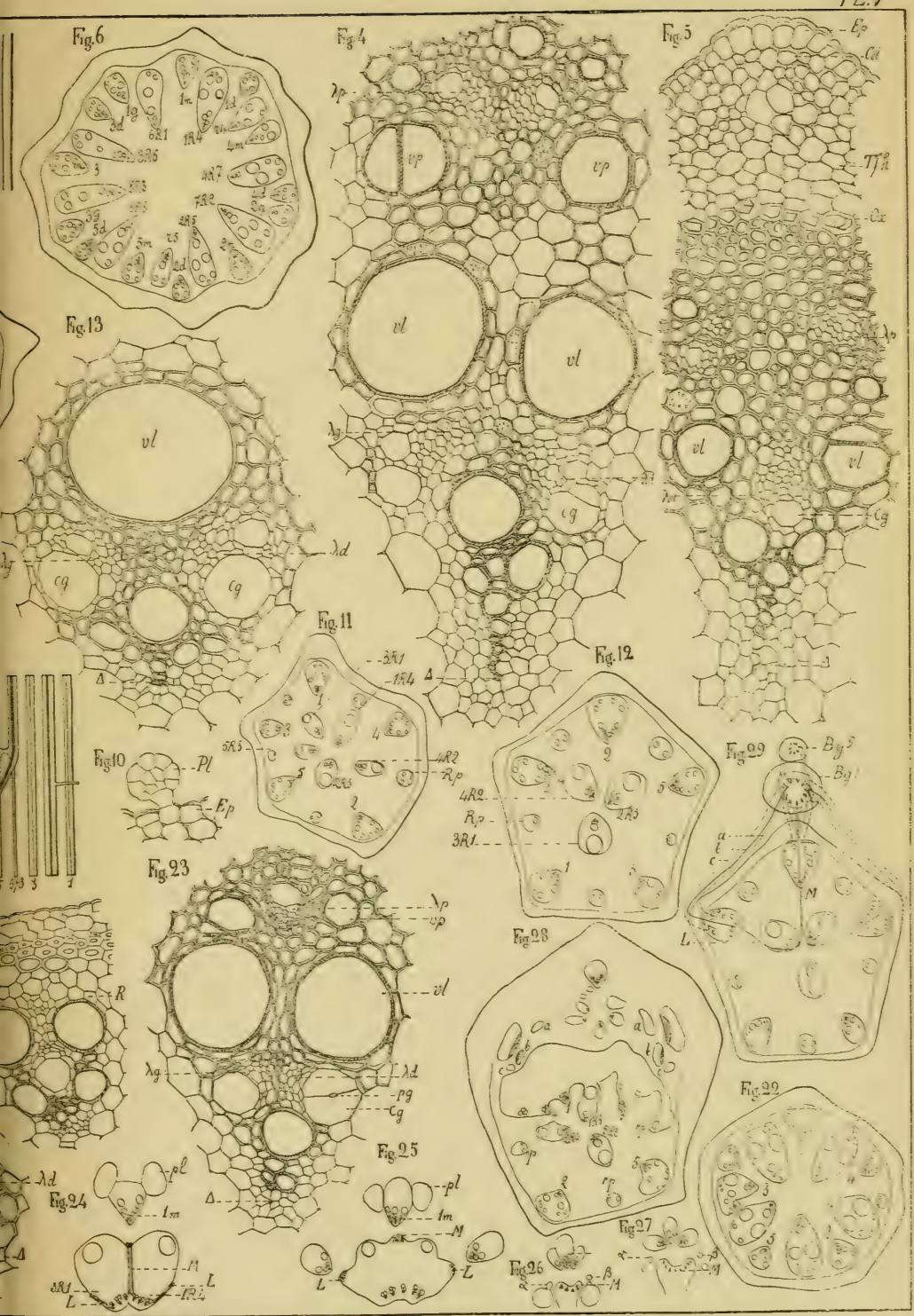
pe, pédoncule floral, feuille, racine.



C Queva del.

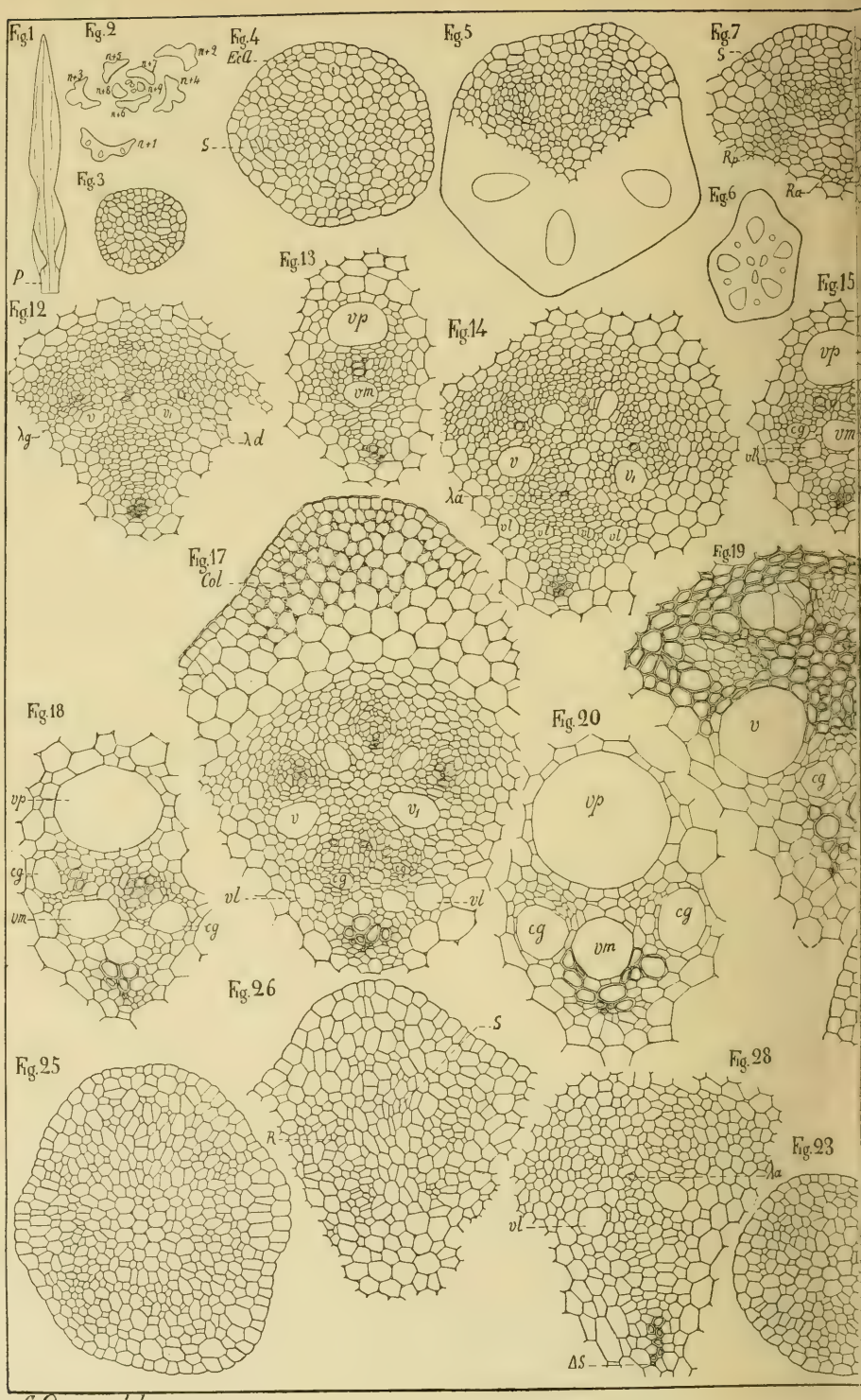
DI

Structure de la tige. —



SCORÉES.

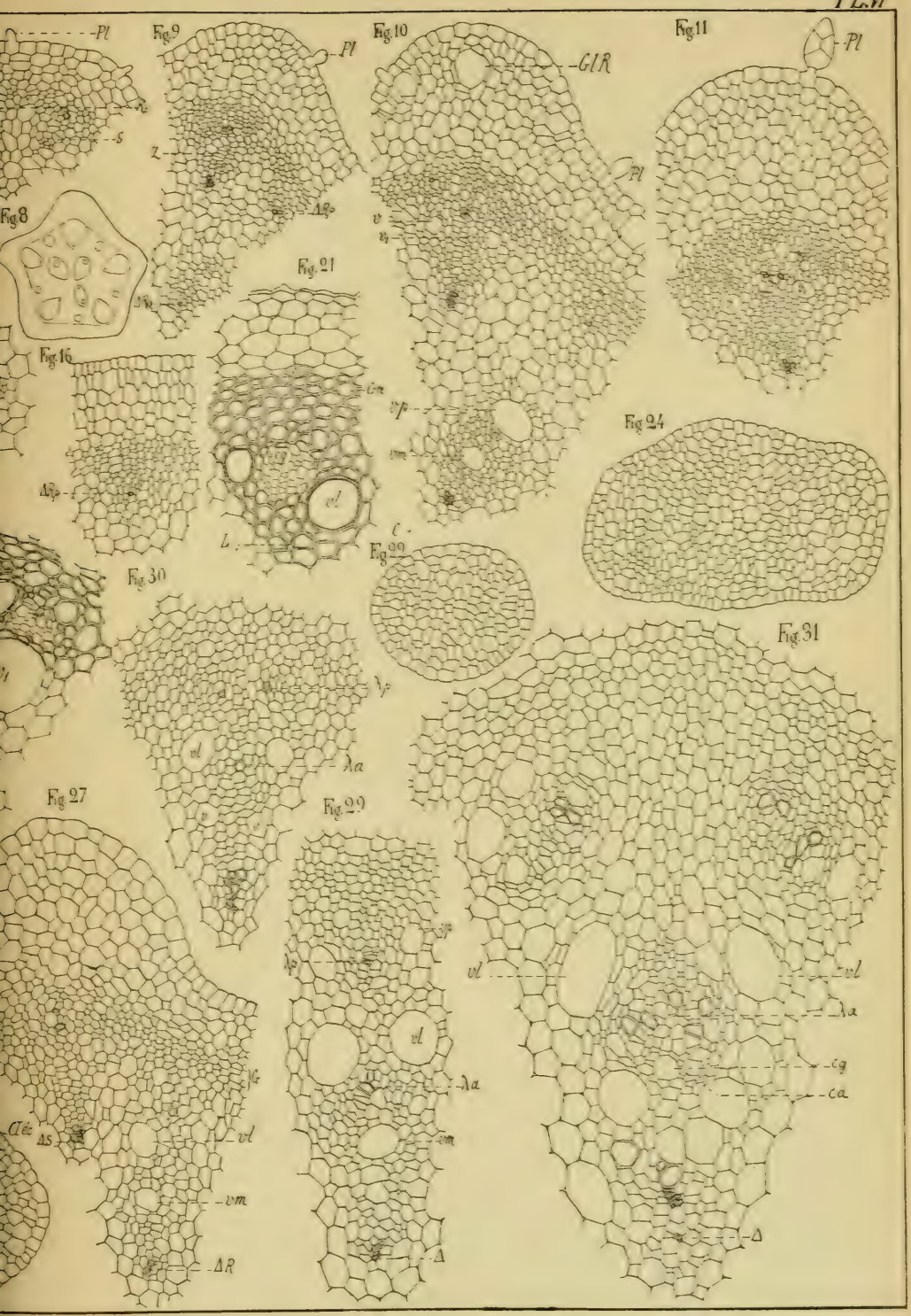
nsertion des bourgeons axillaires.



C. Queva del.

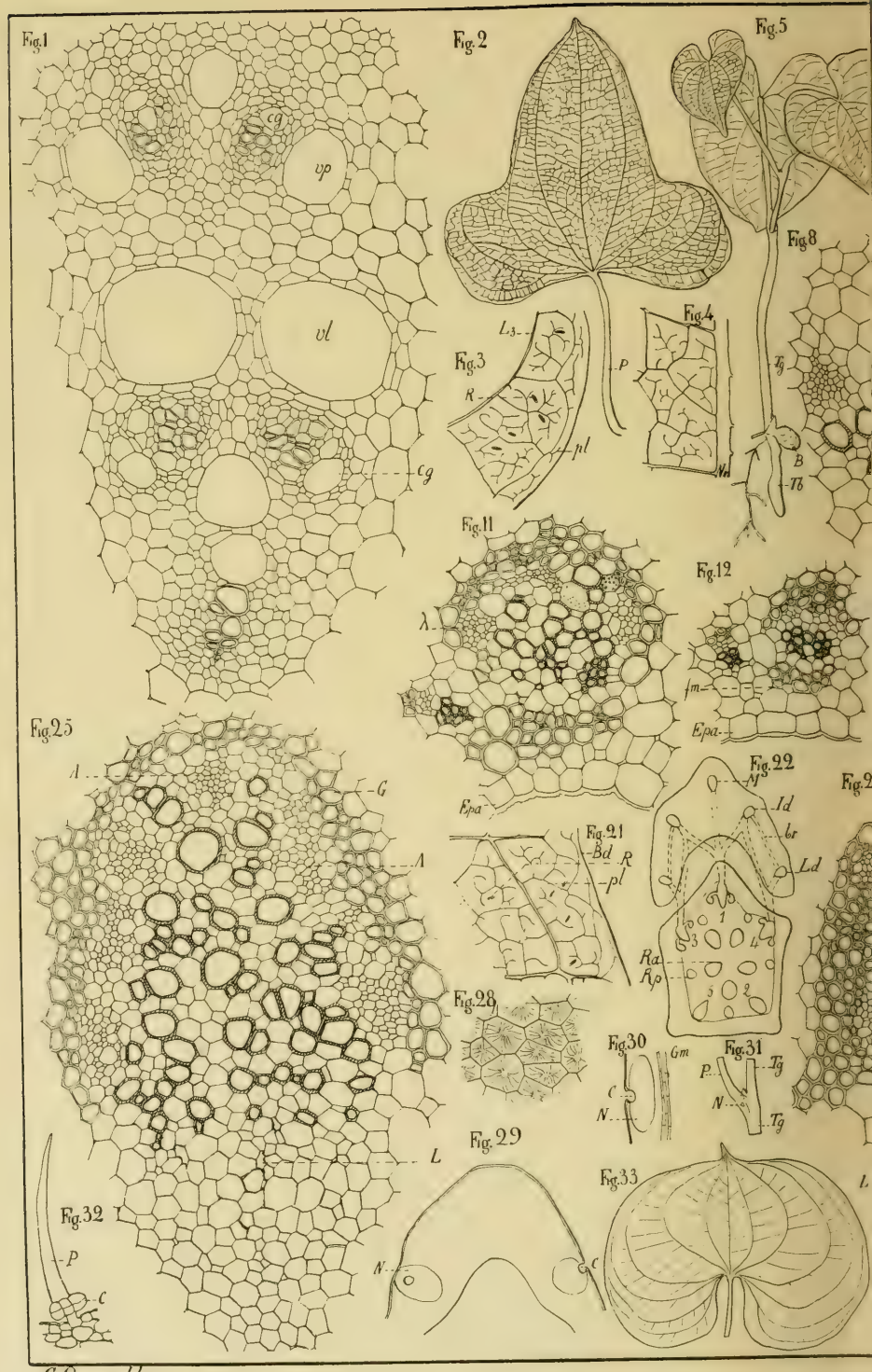
DI

Différenciatio



SCORÉES.

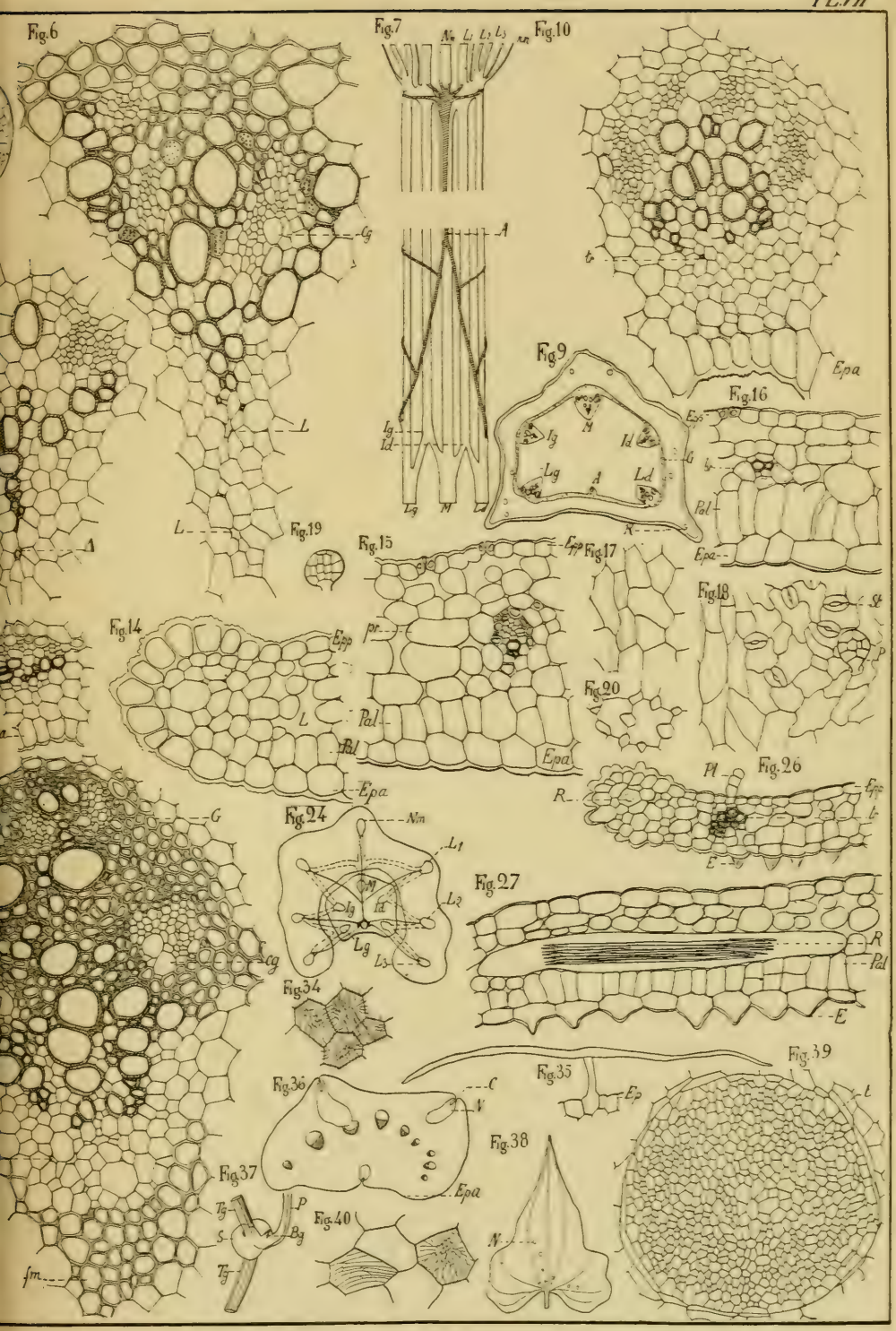
des tissus de la tige.



C. Queva del.

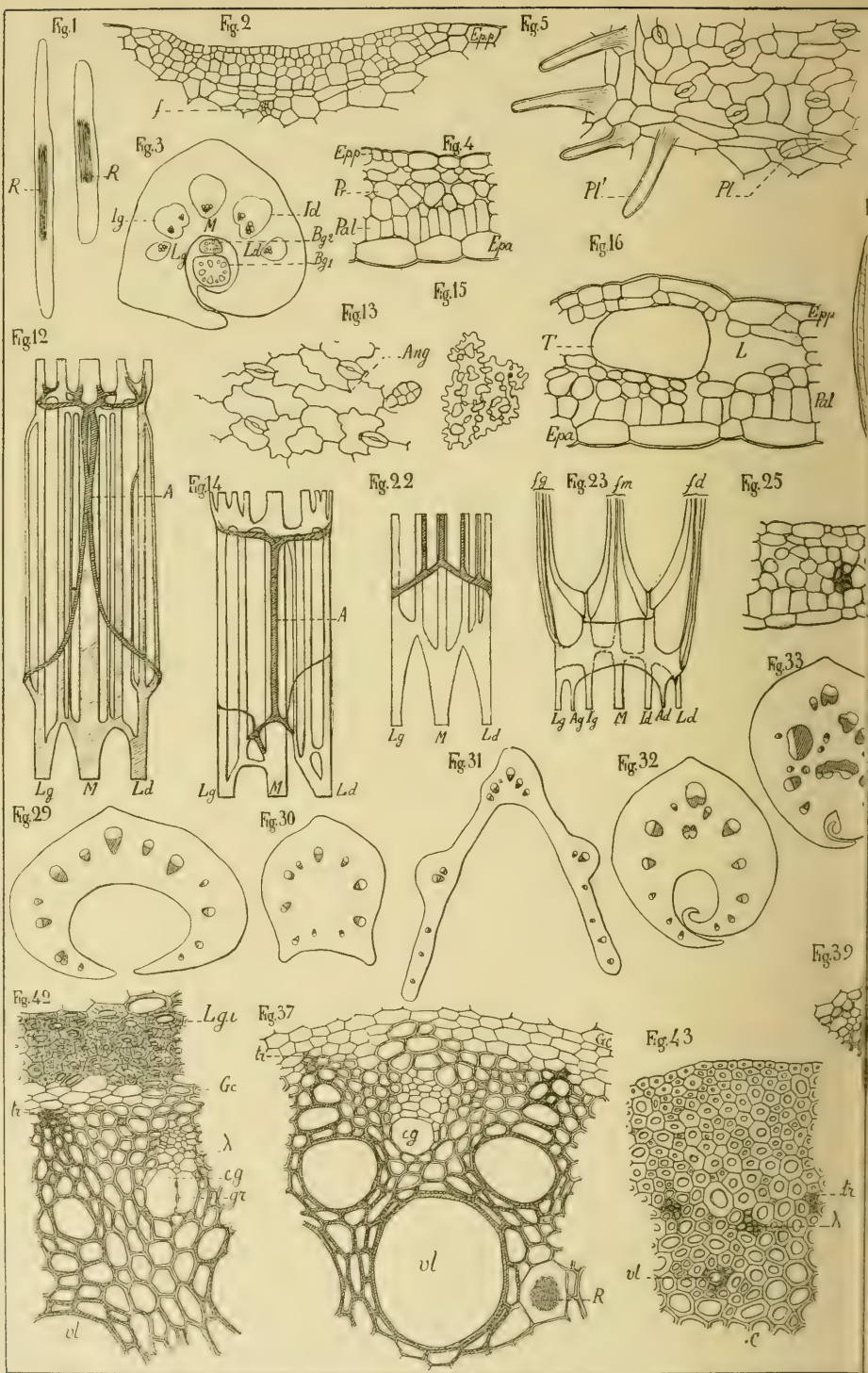
DI

Anatom



CORÉES.

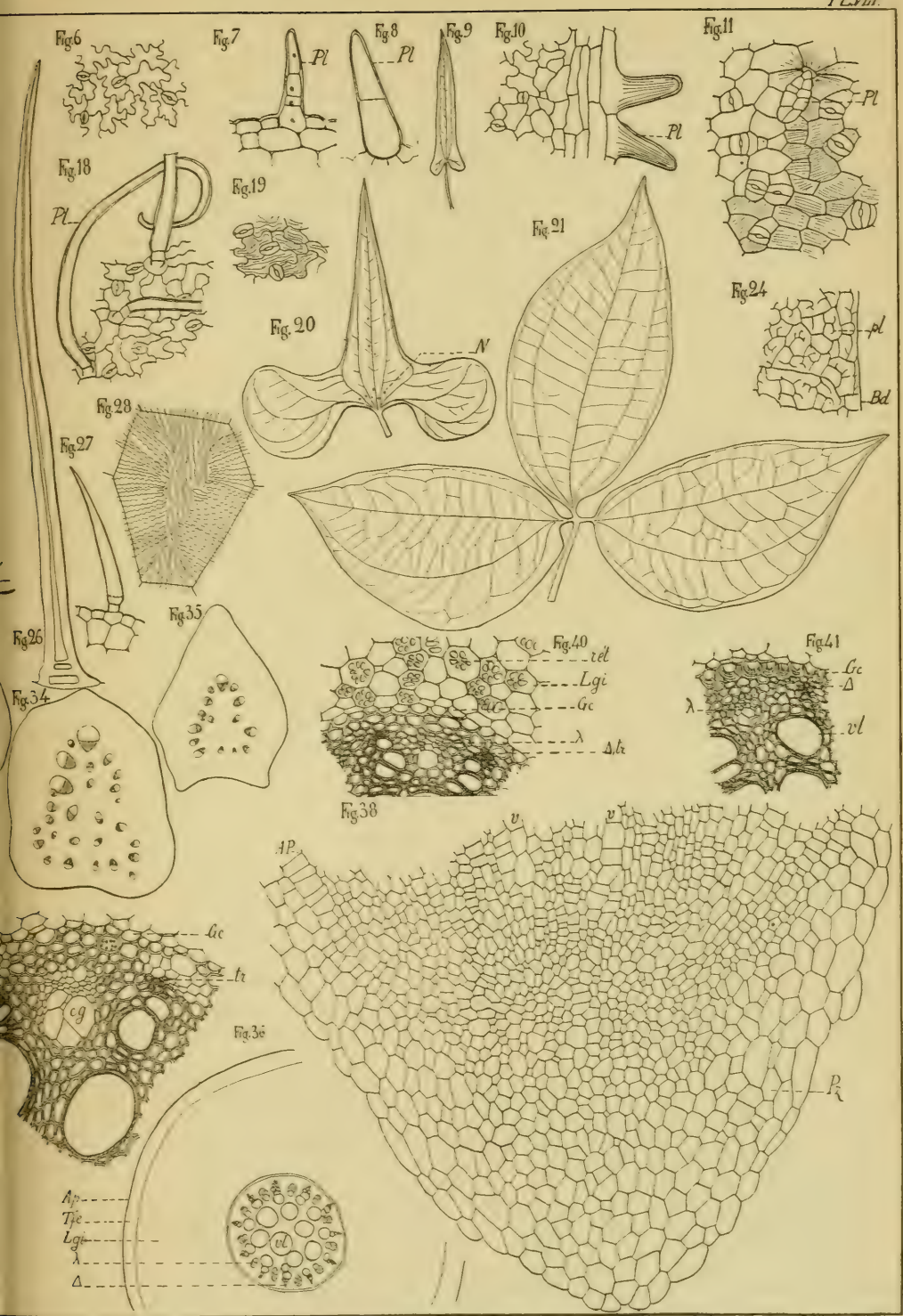
de la feuille.



C. Queva del.

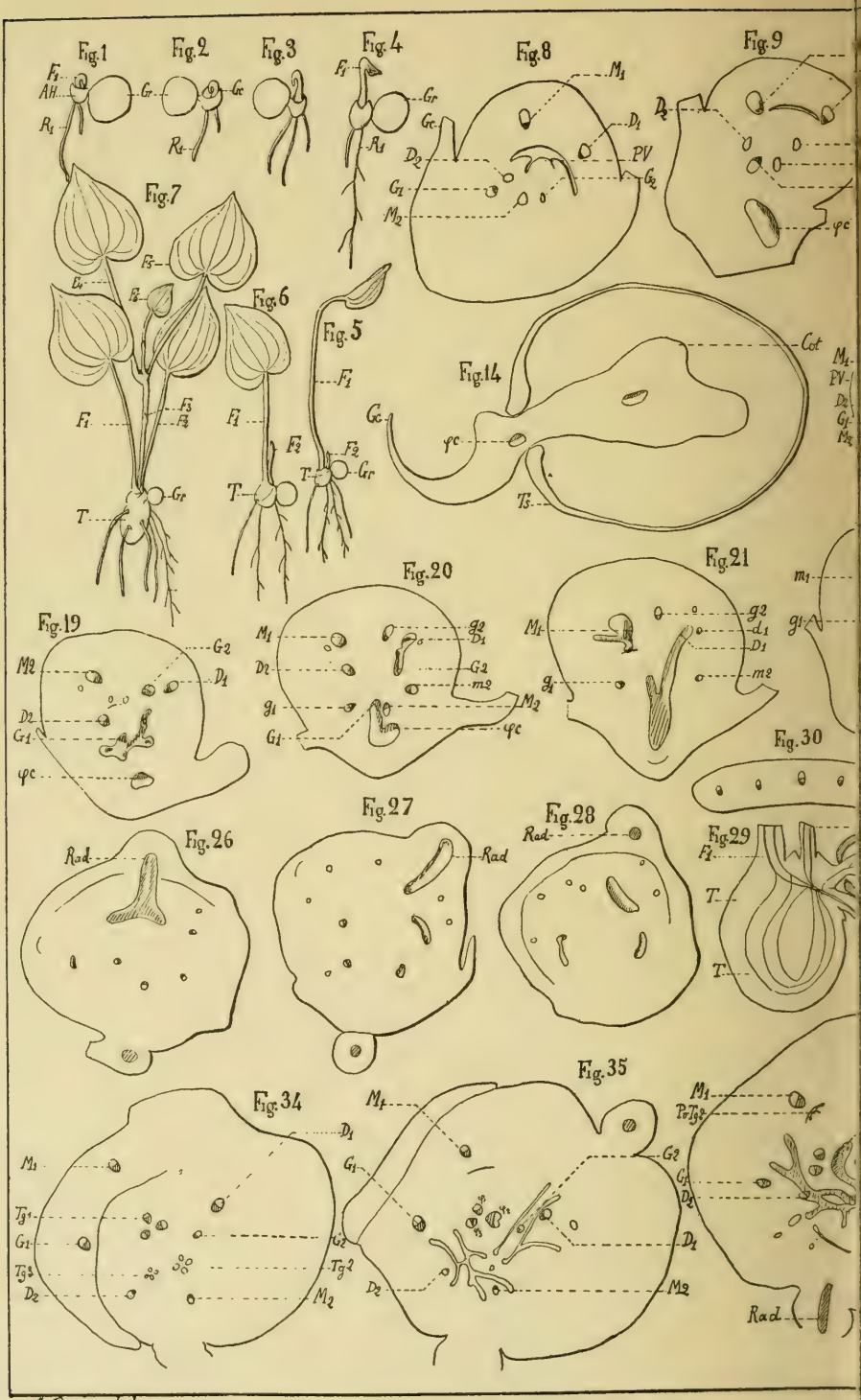
DIC

Anatomie de l



CORÉES.

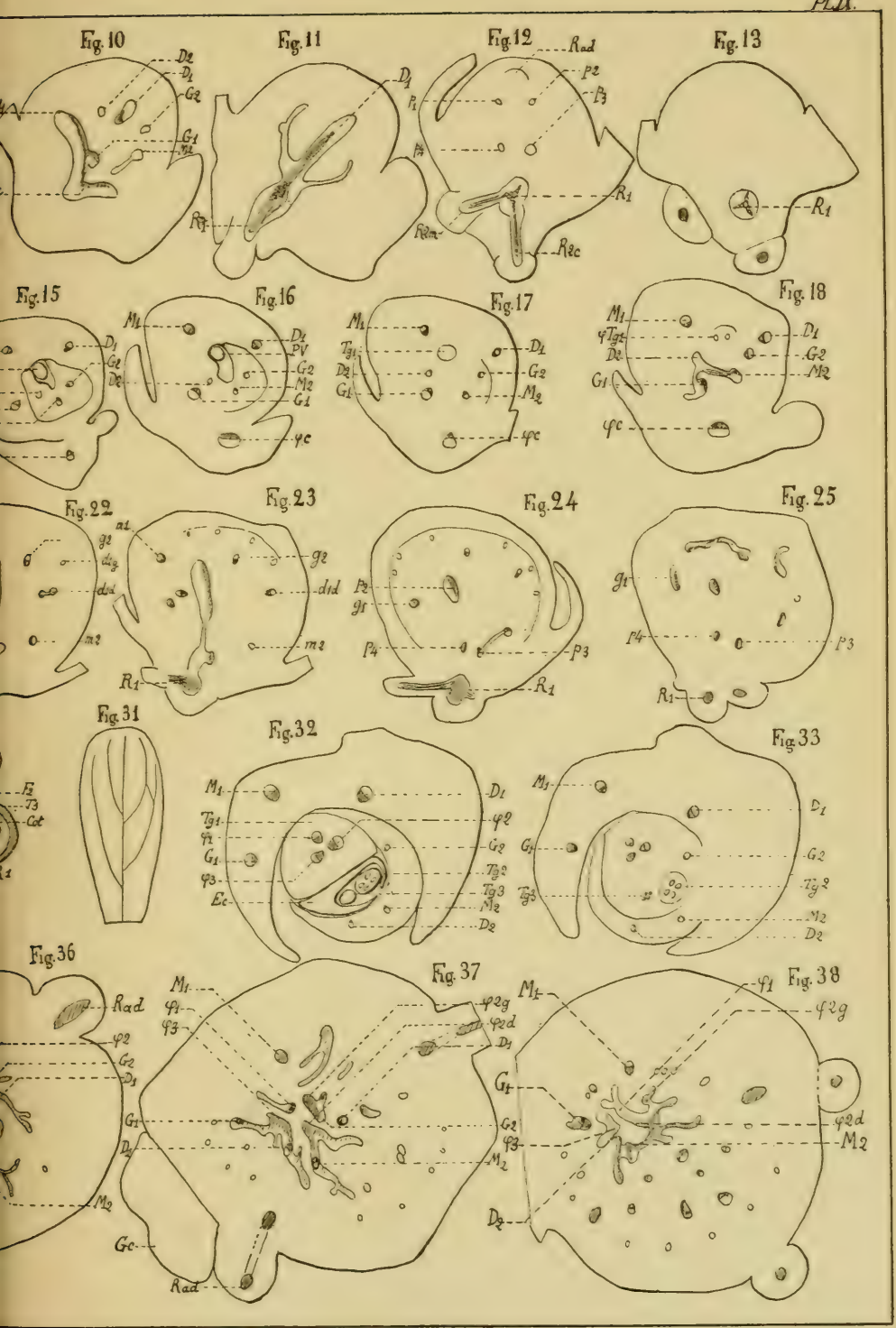
feuille et de la racine.



C. Queva del.

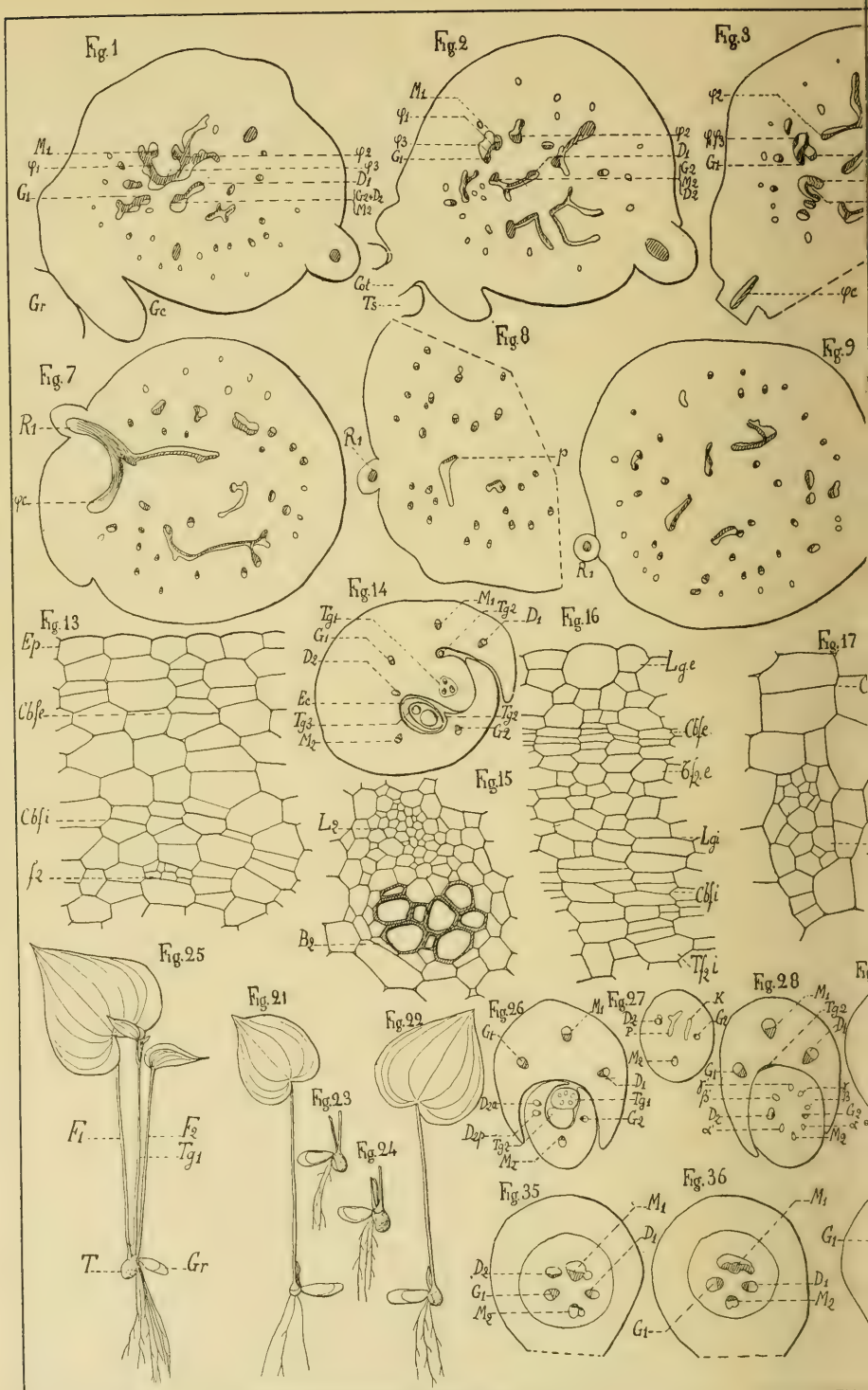
DIC

Structure du tub



CORÉES.

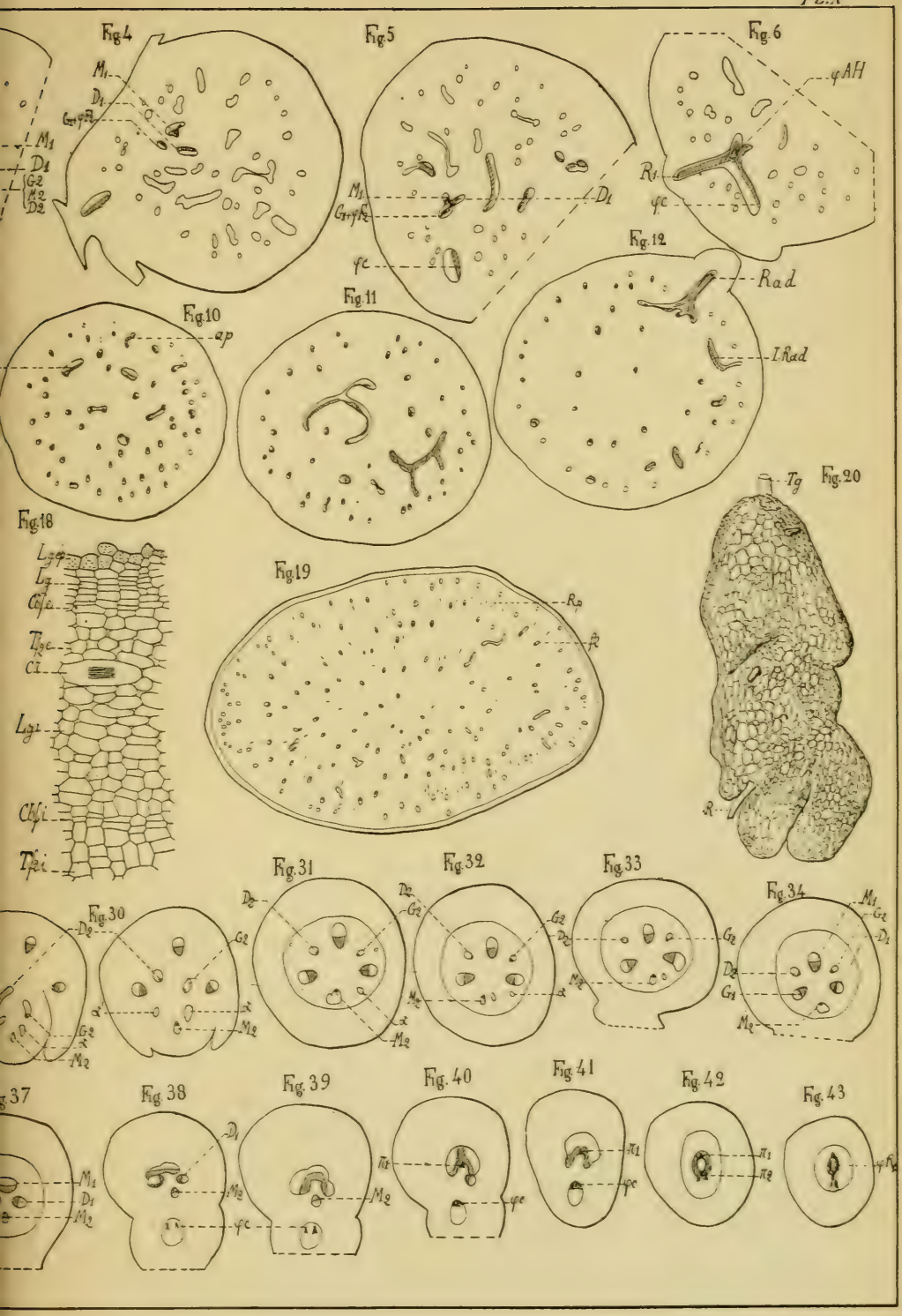
ule du *Tamus communis*.



C. Queva del

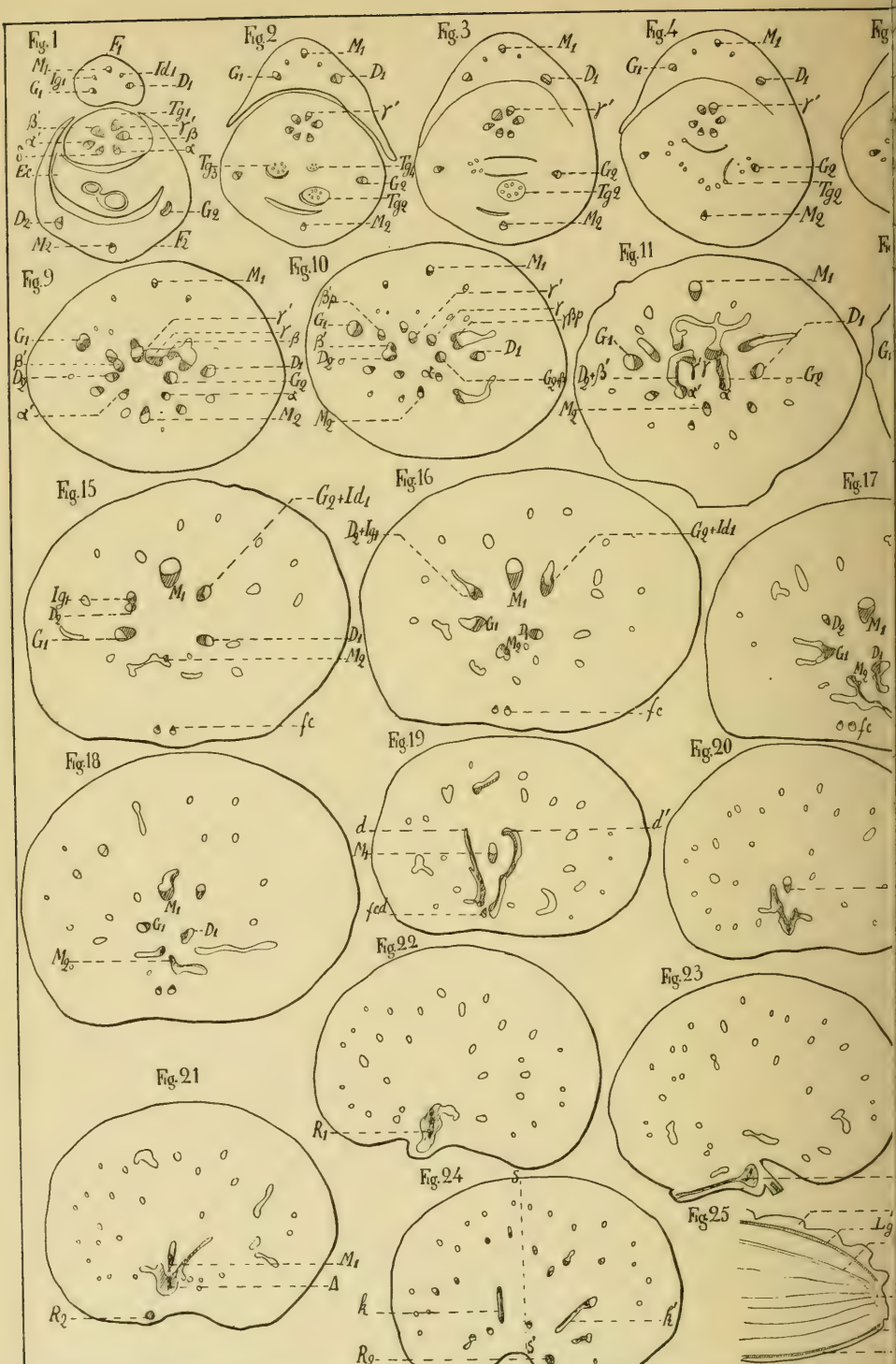
DI

Structure des tubercules du



CORÉES.

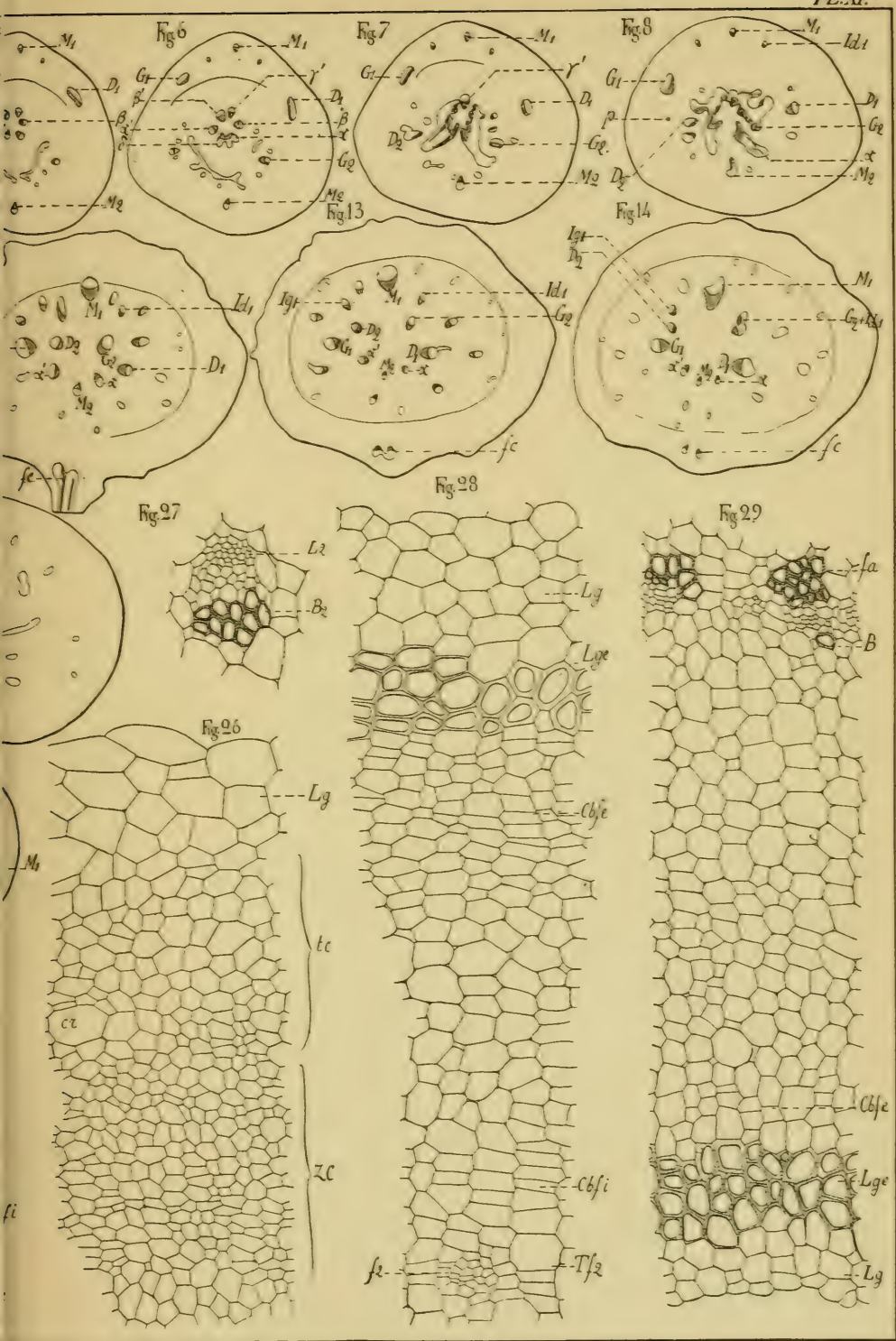
nus communis et du *Dioscorea sinuata.*



C. Queva del.

DIOS

Structure des tuberc



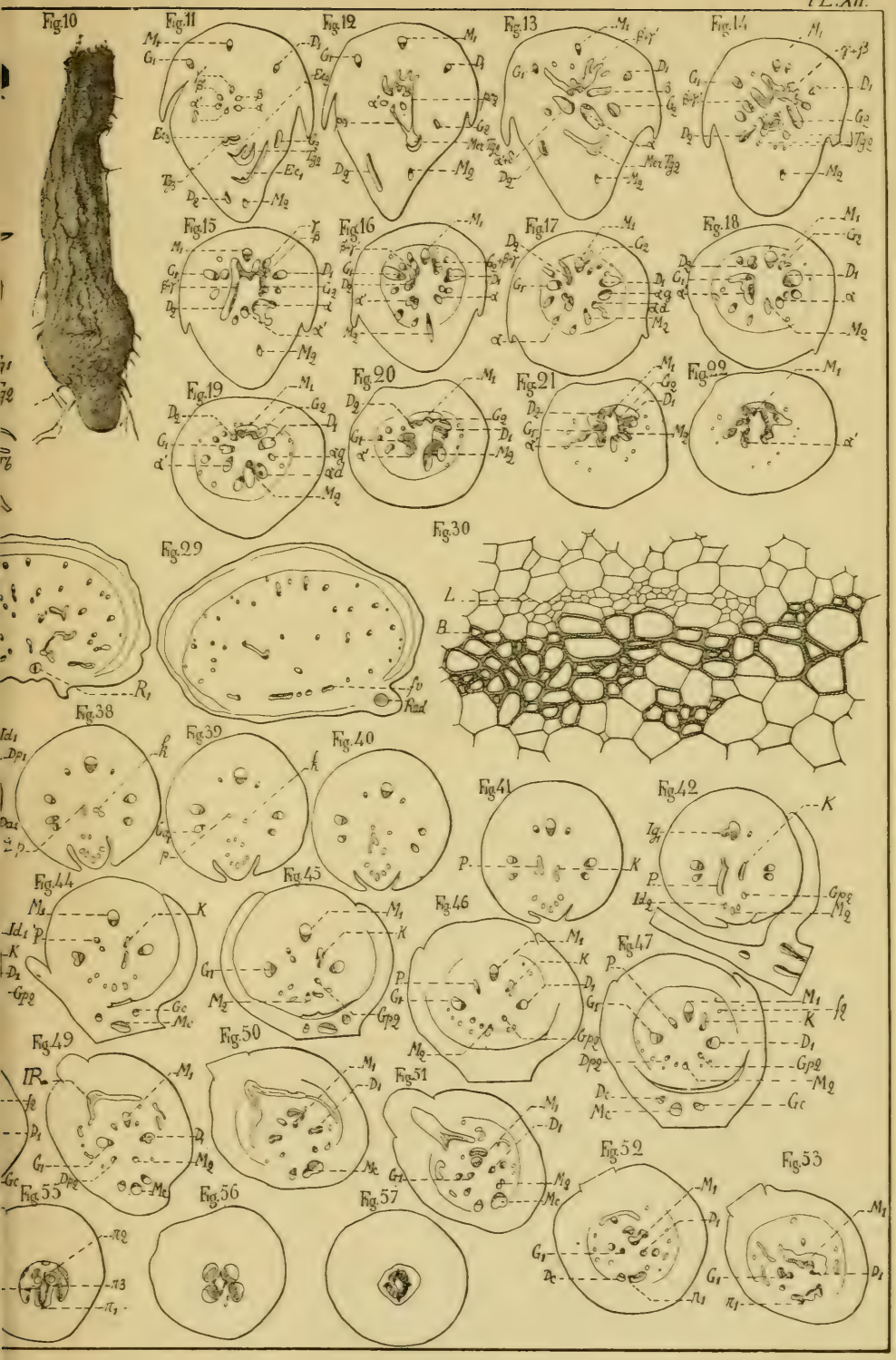
ORÉES.

es du *Dioscorea sinuata*.

C. Queva del.

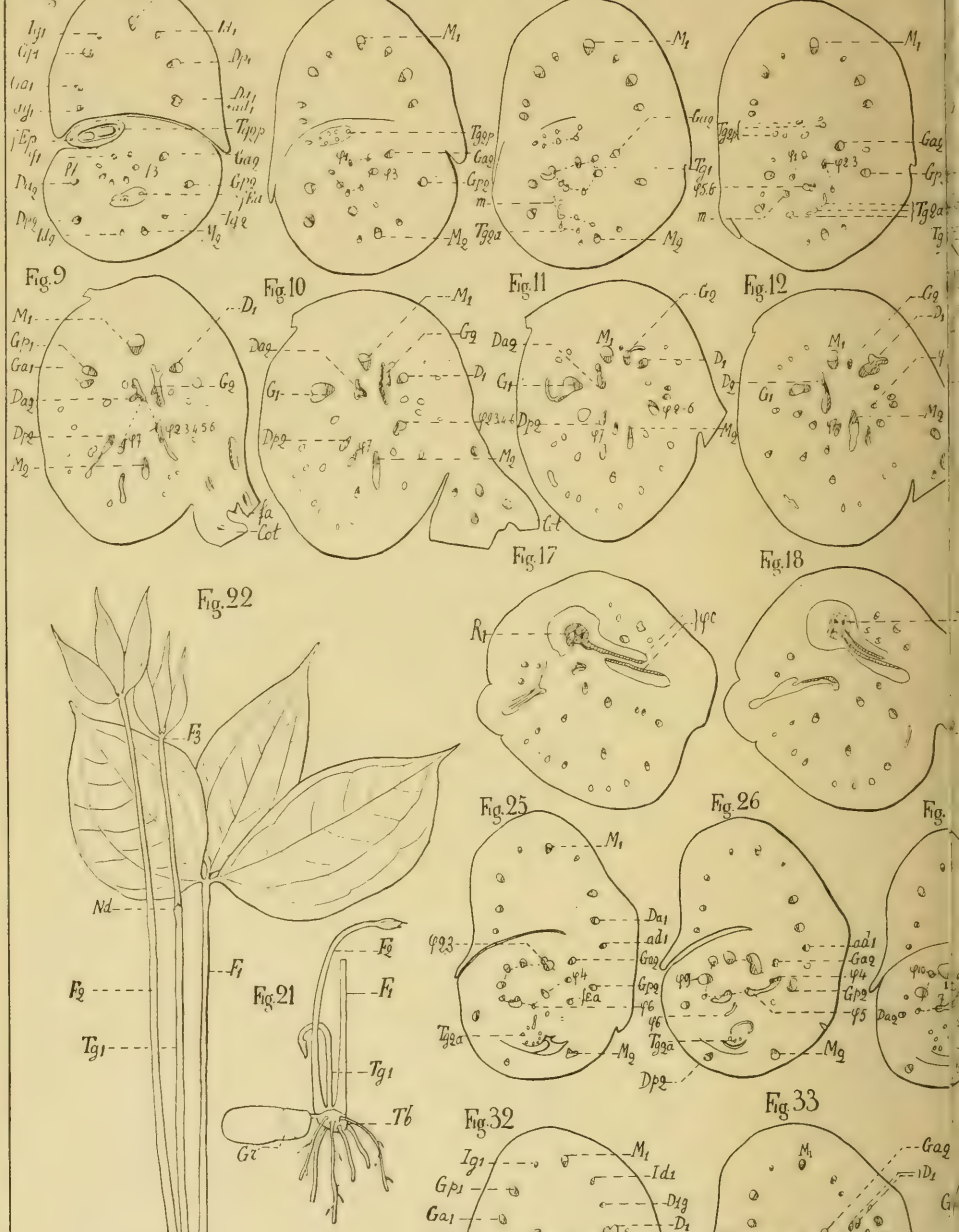
DIOS

Structure des tubercules du *Dioscore*



ORÉES.

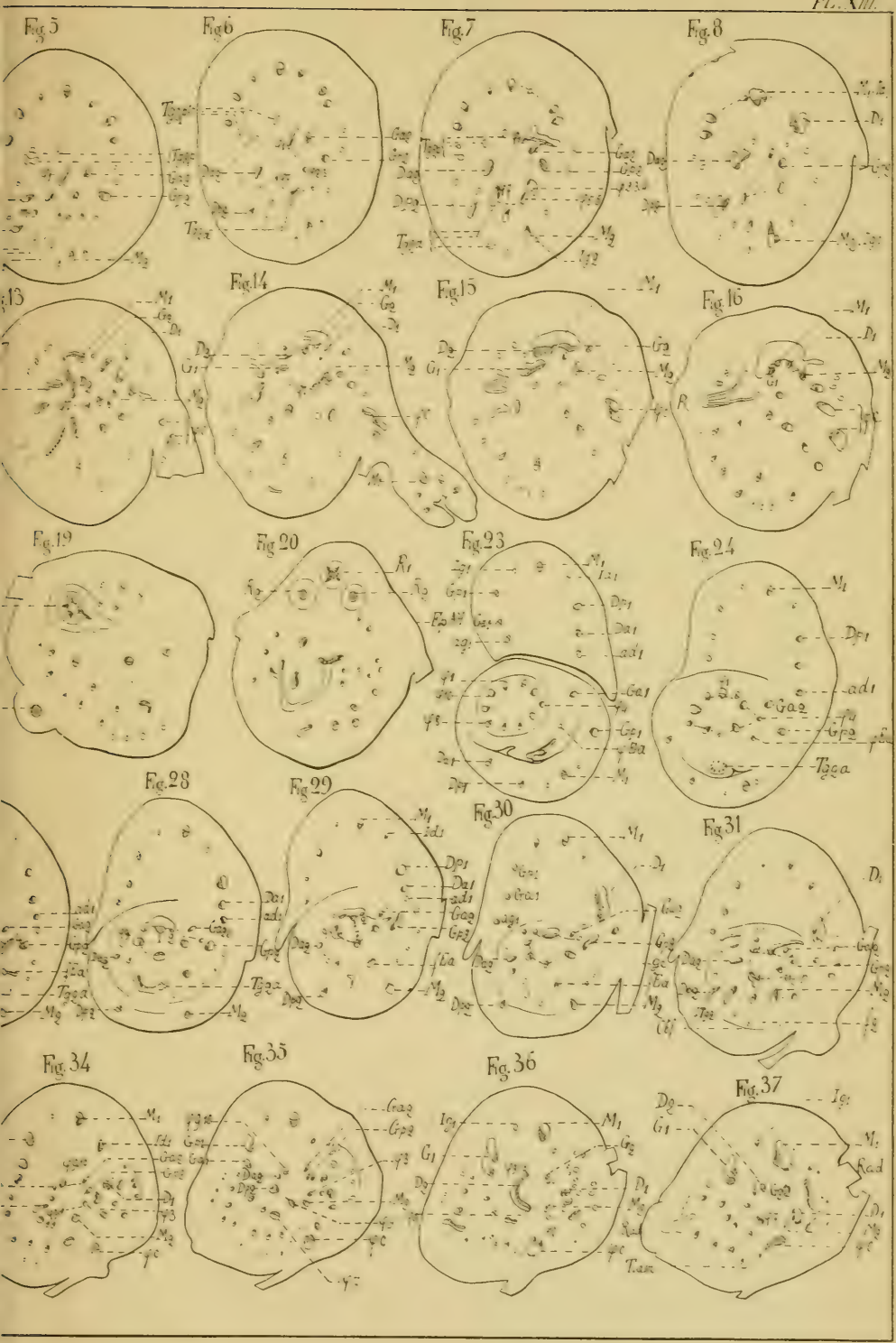
sinuata, D. altissima, Helmia hirsuta



C. Queva del

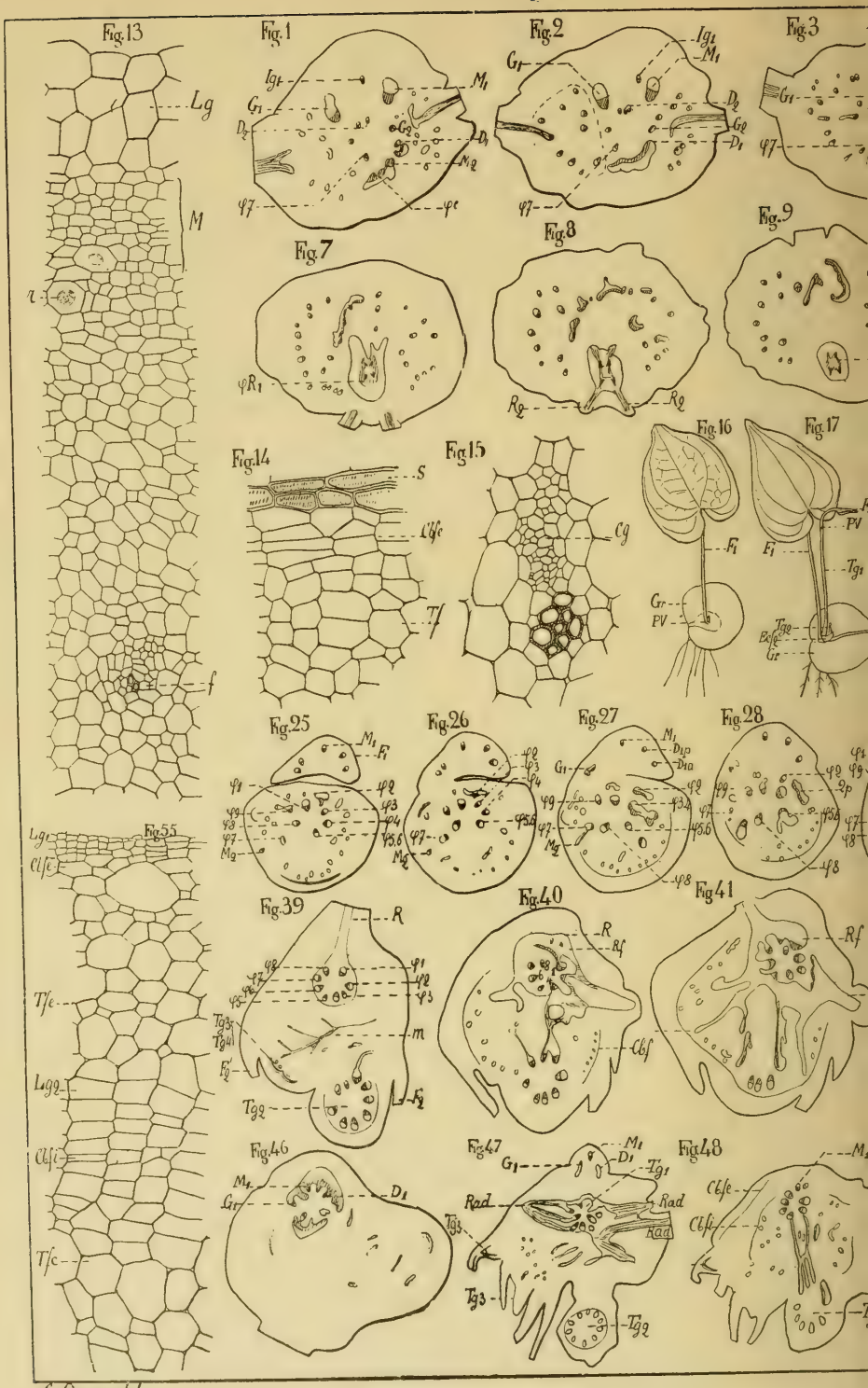
DIOS

Structure des tube



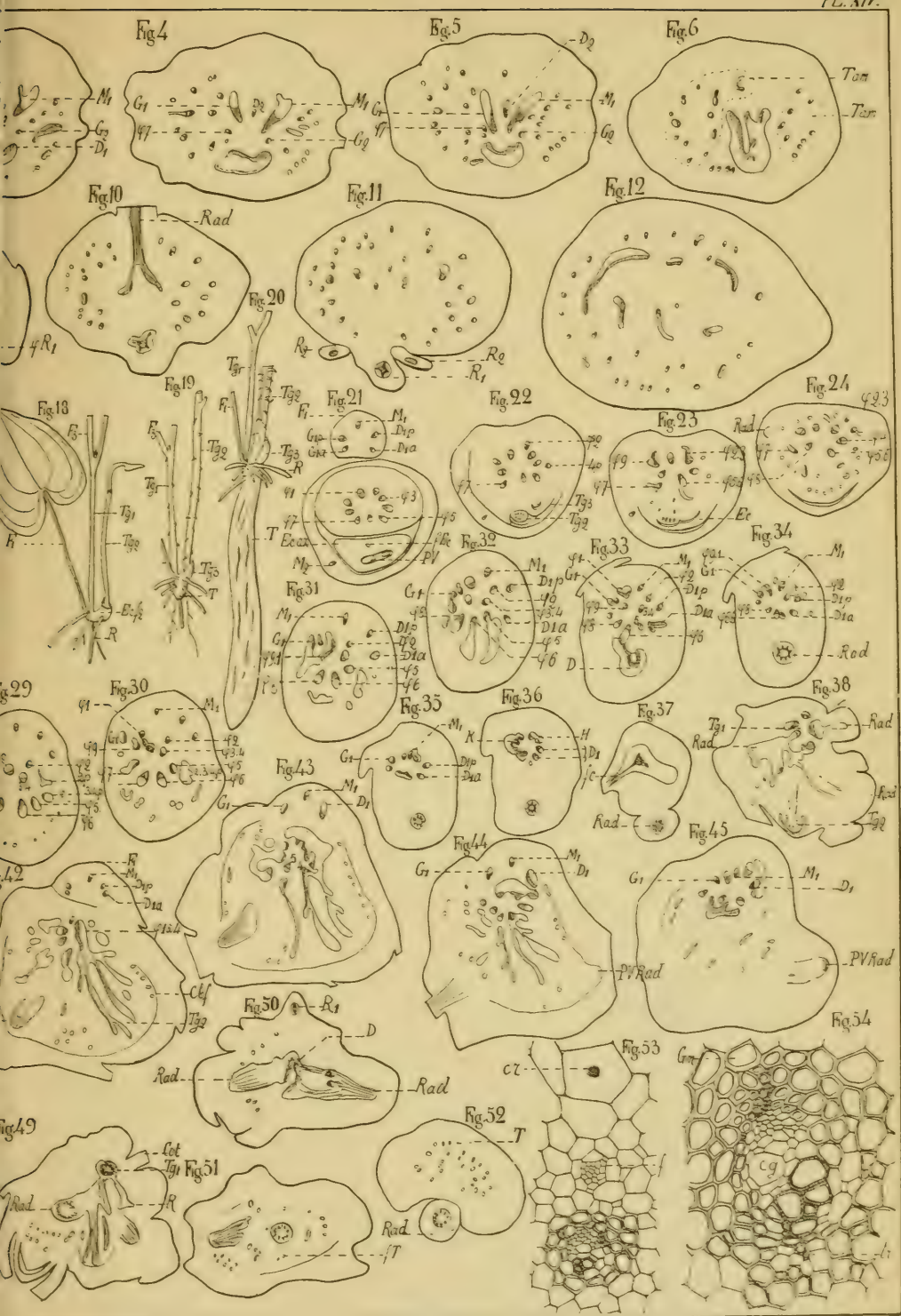
ORÉES.

ıles d'*Helmia hirsuta*.



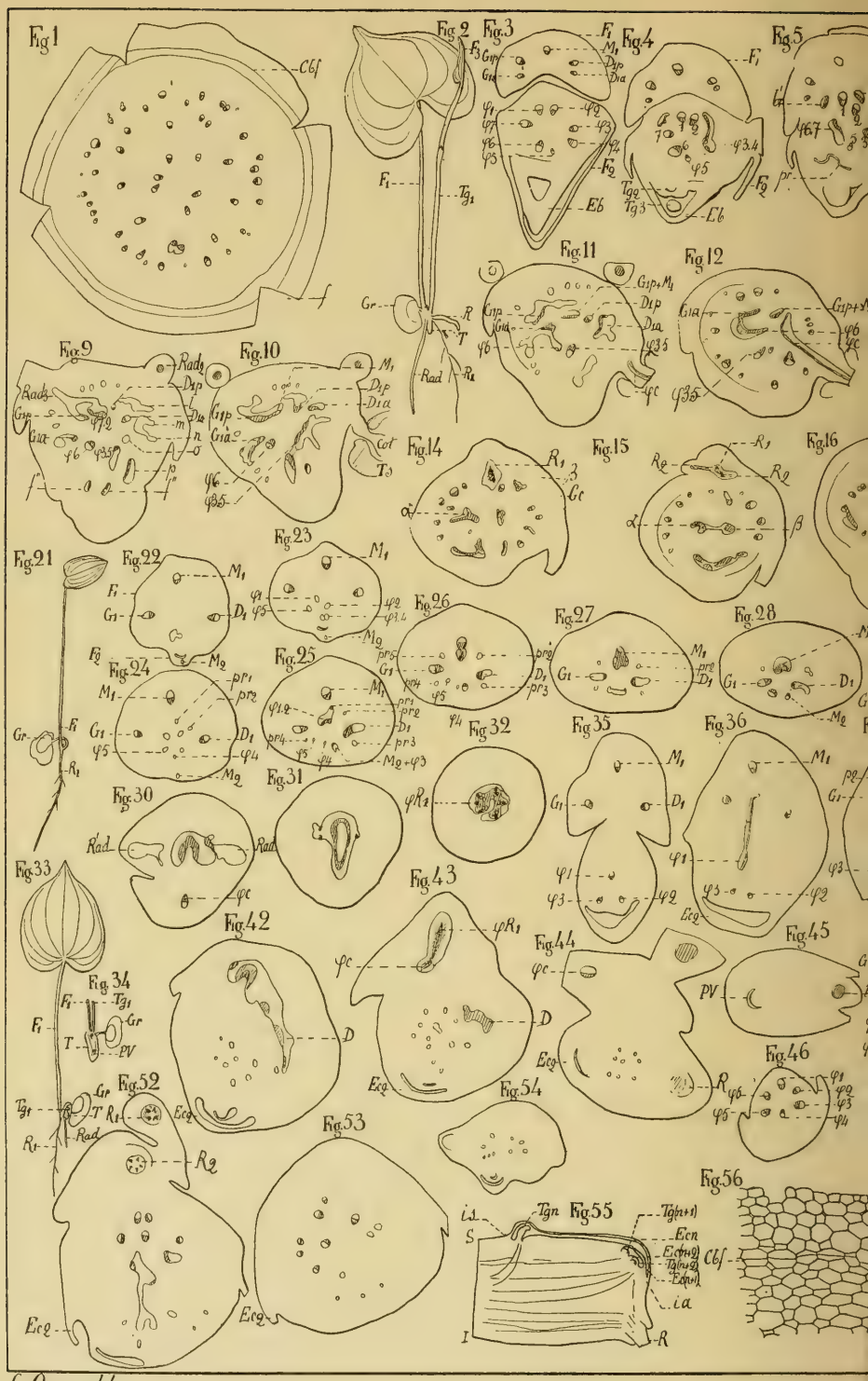
DI

Structure des tubercules d'



CORÉES.

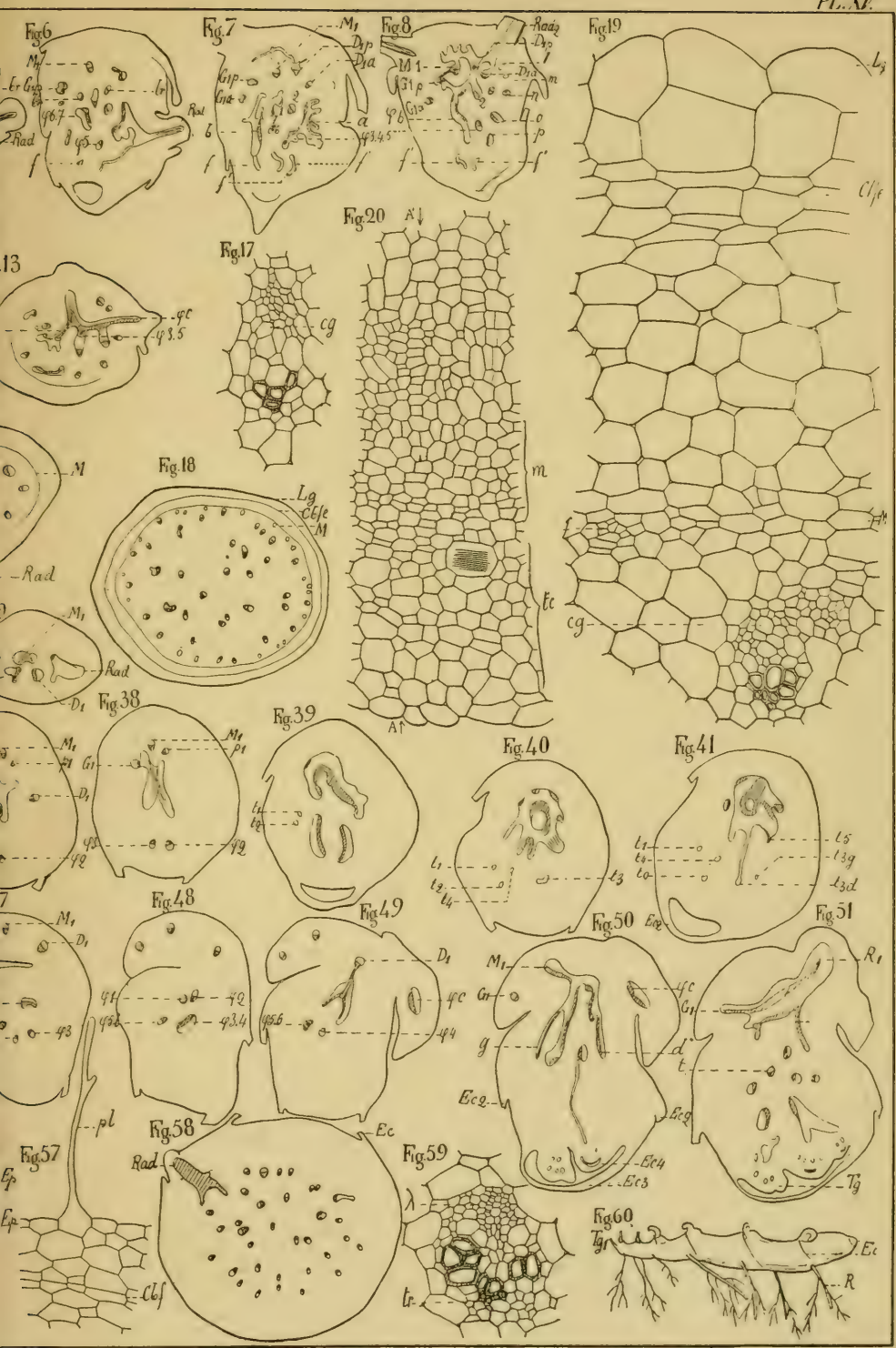
lmia hirsuta, de *Dioscorea repanda*.



C. Queva del.

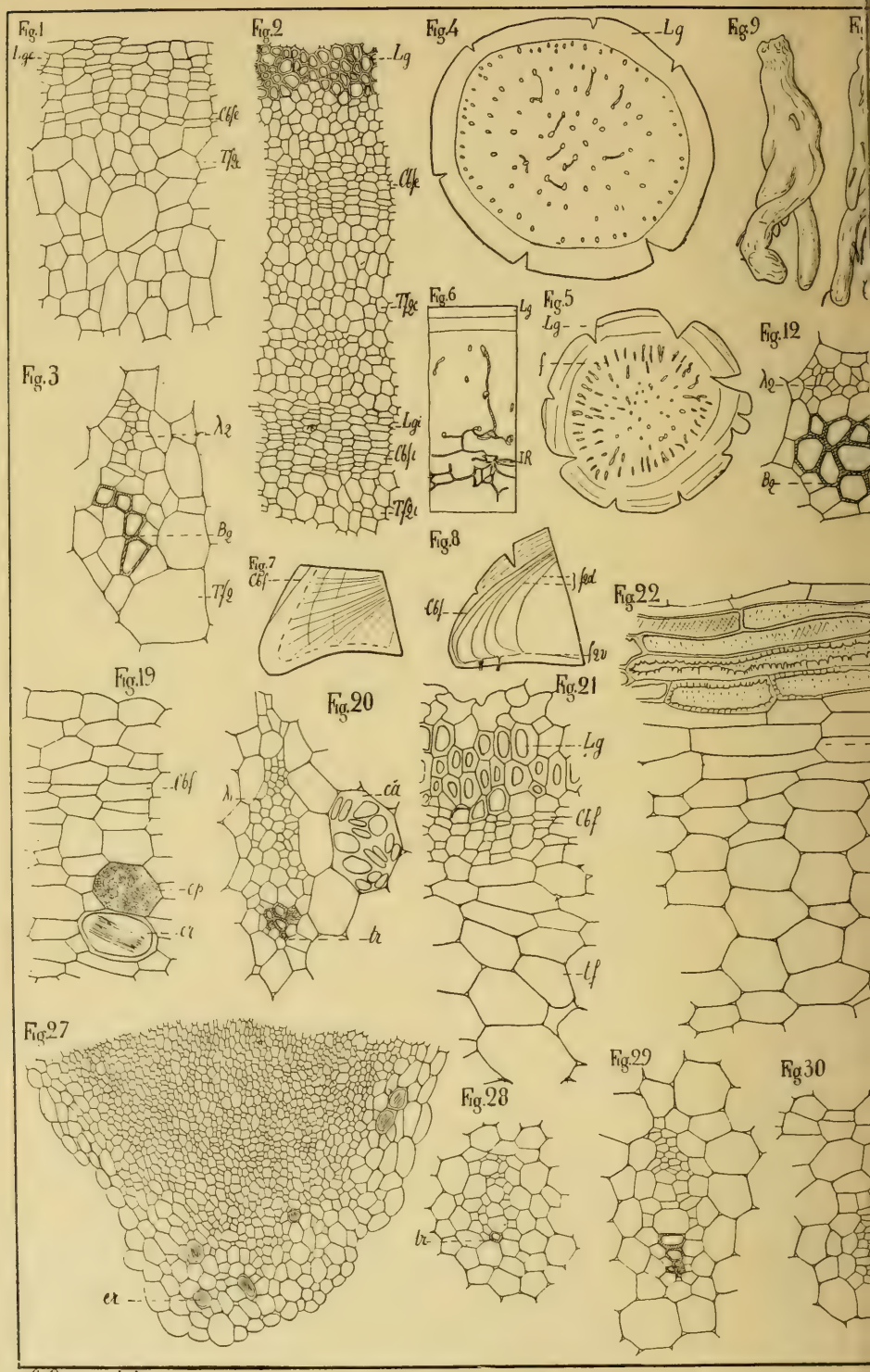
DIO

Structure des tubercules



ORÉES.

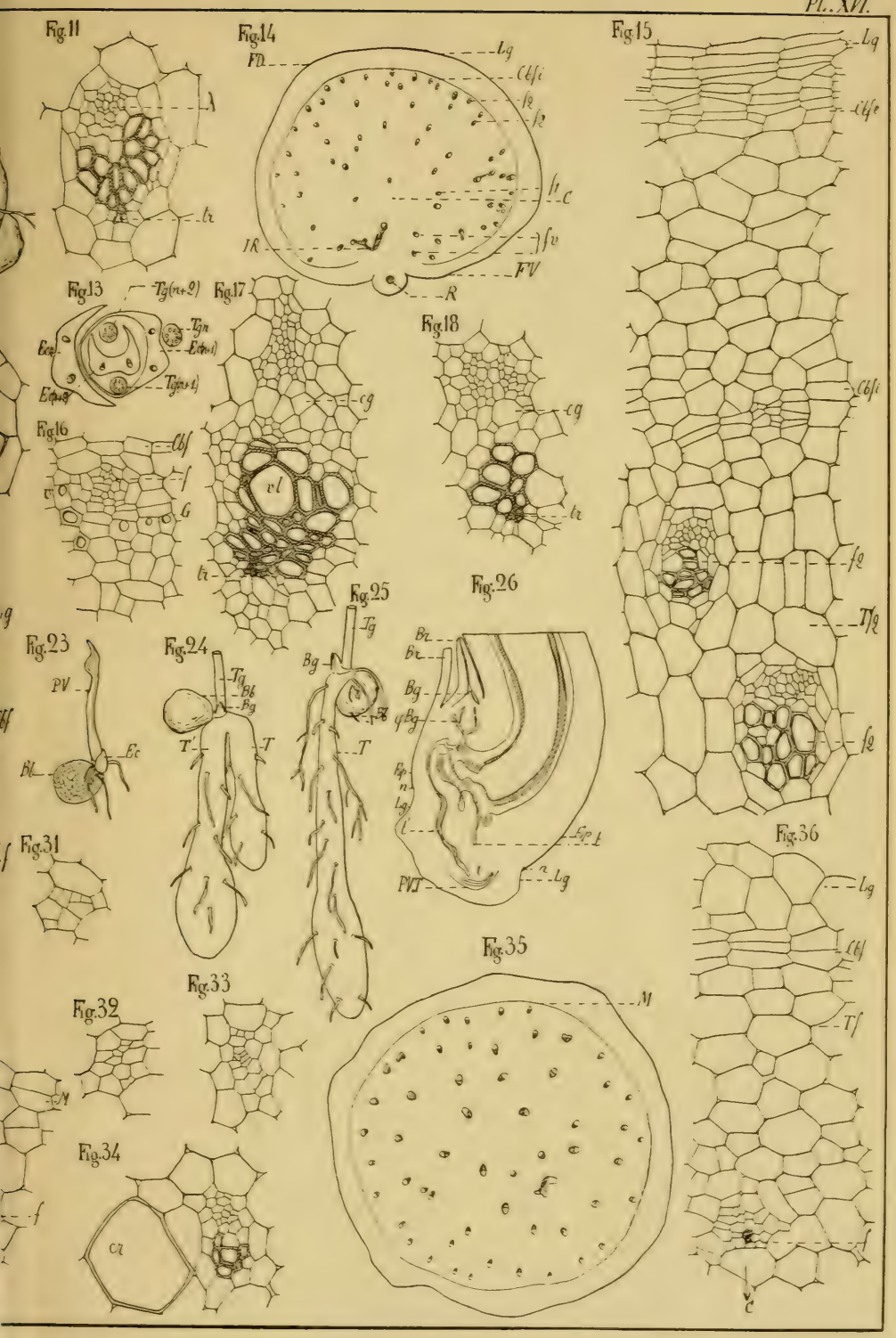
Dioscorea kita, *D. quinqueloba*.



C. Queva del.

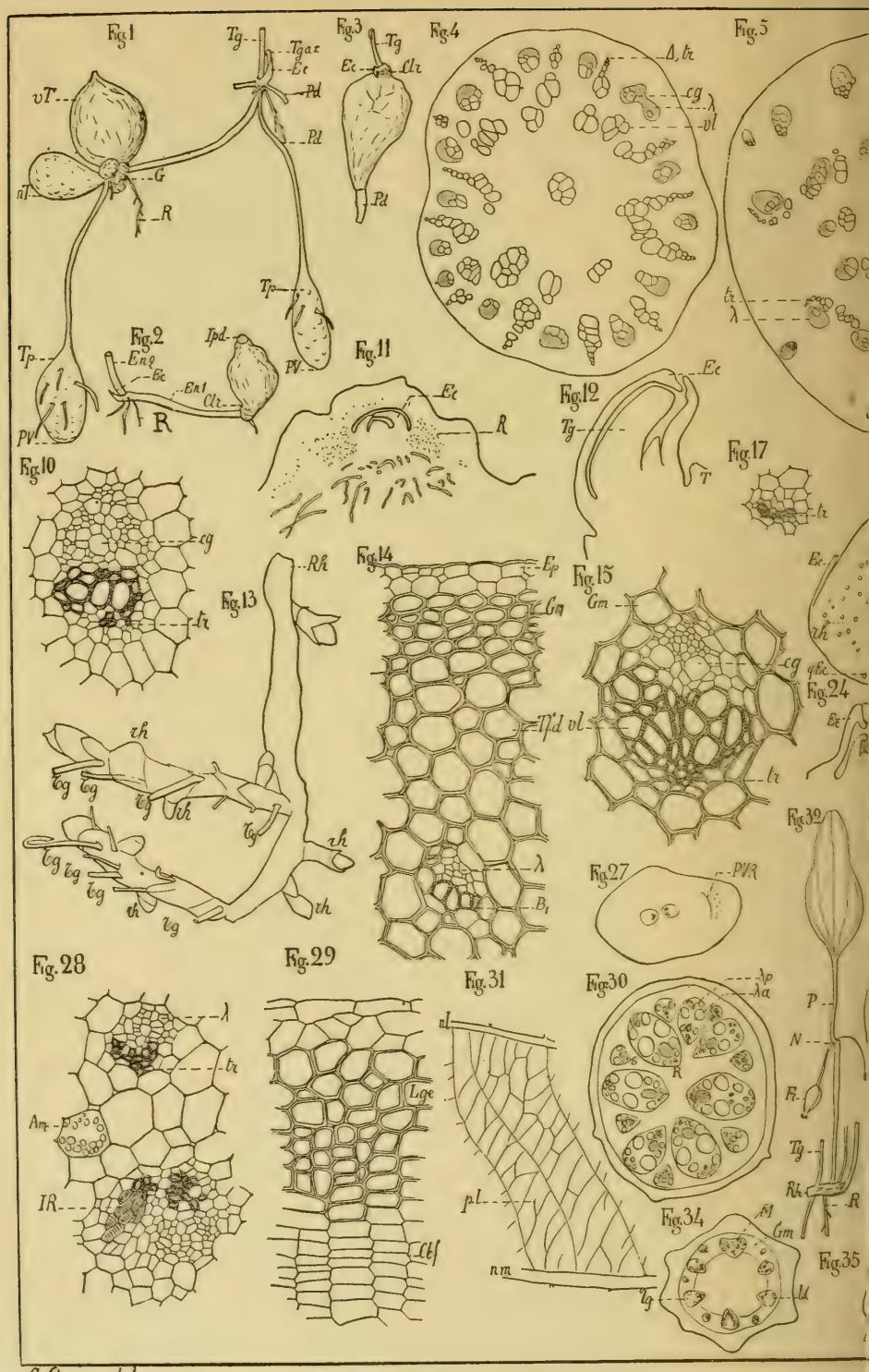
DIO

Structure des tubercules de *Testu*



ORÉES.

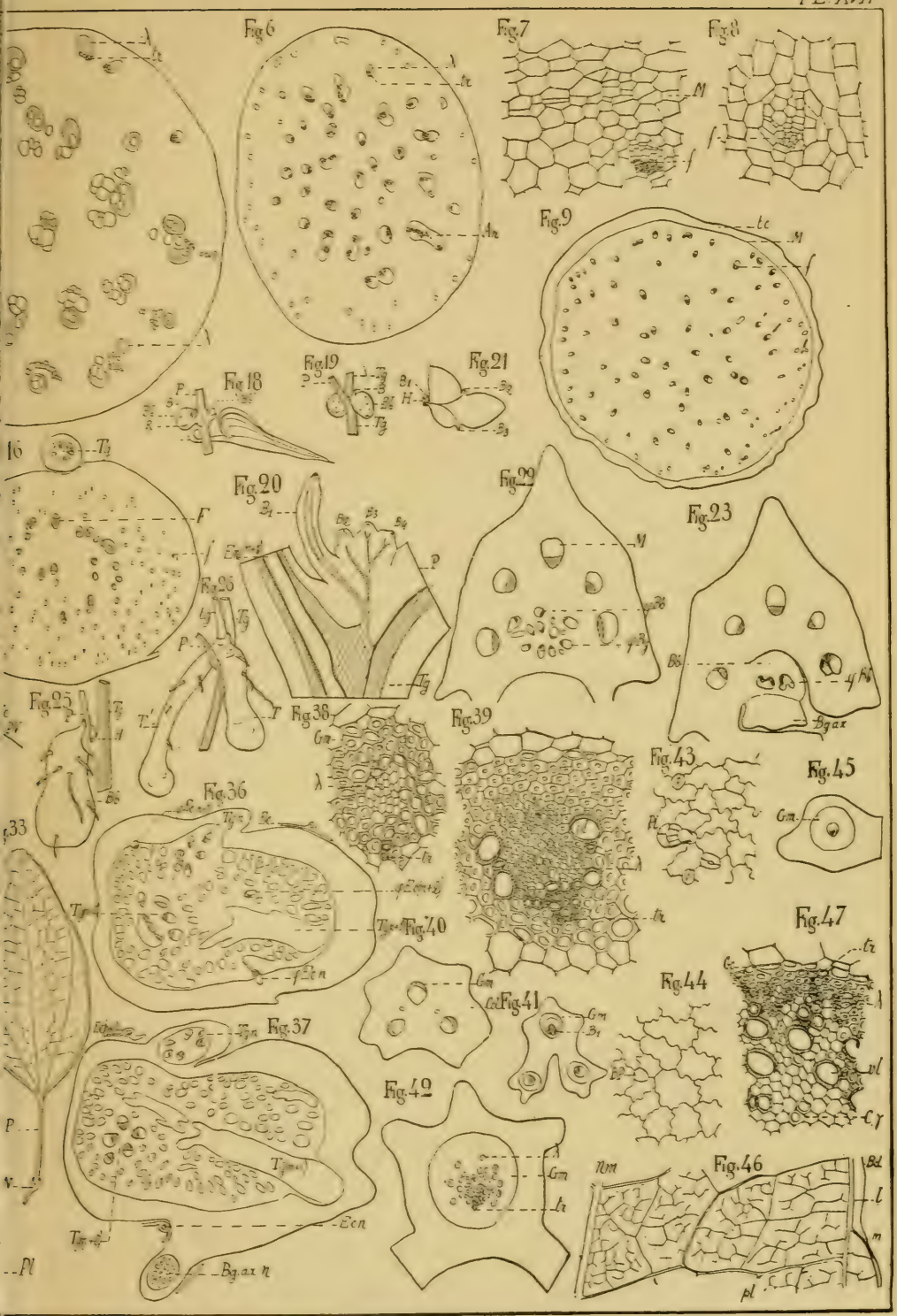
uria, Dioscorea multicolor, D. Batatas.



C. Queva del.

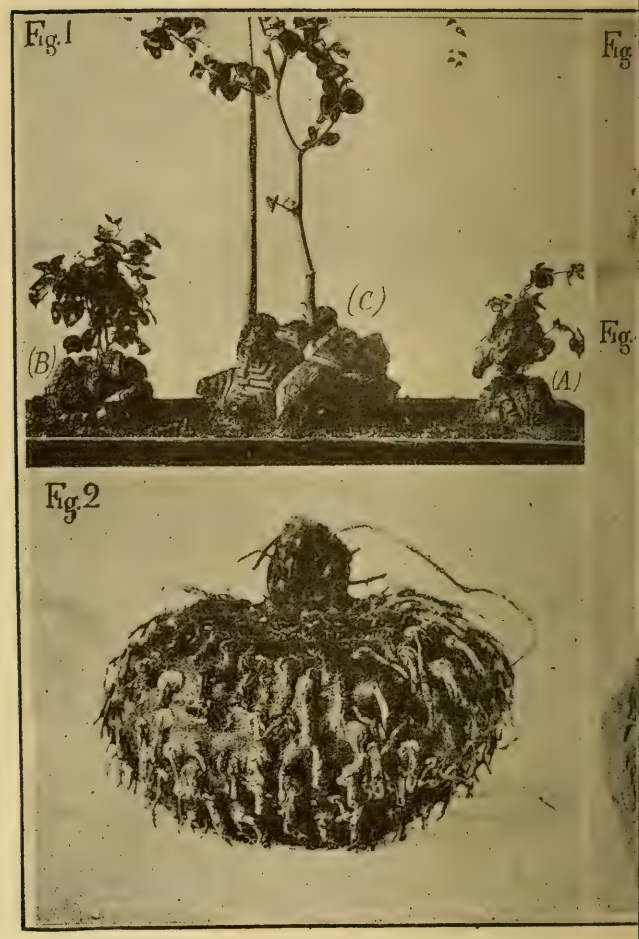
DIO

Structure des tubercules de *Dioscorea illustrata*, *D. villosa*. –



CORÉES.

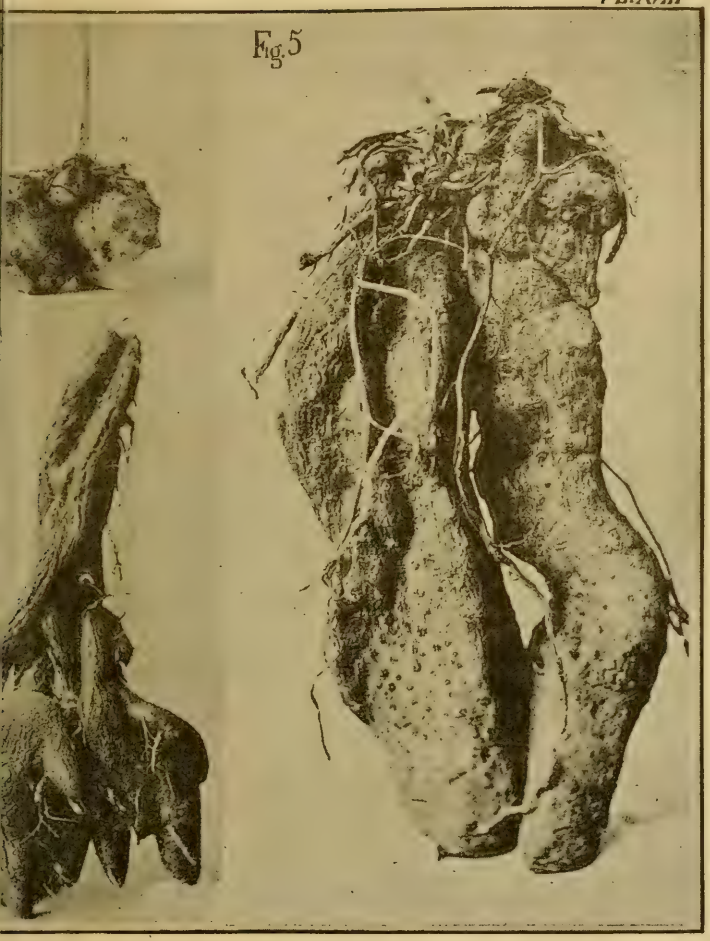
Structure des bulbilles. — Structure des Dioscorées hermaphrodites.



DIO

Formes des tubercules de *Testudinaria*

PL. XVIII



CORÉES.

Helmia, *Dioscorea multicolor* et *D. javanica*.

New York Botanical Garden Library
QL 57 .A1h Q82 gen
Queva, Charles/Recherches sur l'anatomie
3 5185 00076 0049